

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**“PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN EL  
PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES-SEDACUSCO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**RODRIGO VARGAS ESPINOZA**

**Lima- Perú**

**2015**

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: HISTORIA DEL ARTE</b>	<b>11</b>
1.1. ESTUDIO DEL TRABAJO	12
1.2. ESTUDIO DE MÉTODOS	12
1.3. MEDICIÓN DEL TRABAJO	13
<b>CAPÍTULO II : ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD</b>	<b>14</b>
2.1 DEFINICIONES	14
2.2 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	15
2.2.1 Medición del trabajo	17
2.3. APLICACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS	20
2.3.1 Muestras de trabajo desarrollado en el proyecto PTAR- SEDACUSCO.	36
<b>CAPÍTULO III: PROYECCIÓN DE LA MANO DE OBRA Y CÁLCULO DEL COSTO AL FINAL DEL PROYECTO.</b>	<b>48</b>
3.1. INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)	48
3.1.1 Valor Ganado	48
3.1.2 Beneficios	48
3.1.3 Aplicación del ISP en el Proyecto	49

<b>CAPÍTULO IV : RESULTADOS OBTENIDOS POR ESTRUCTURAS AL FINAL DE PROYECTO</b>	<b>74</b>
4.1. NOMBRE DE LAS ESTRUCTURAS	74
4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	74
4.3. PRODUCTIVIDAD OBTENIDA POR ESTRUCTURAS	76
<b>CAPÍTULO V : IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS</b>	<b>79</b>
5.1 IMPLEMENTACIONES REALIZADAS EN EL PROYECTO	79
<b>CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>83</b>
6.1 CONCLUSIONES	83
6.2 RECOMENDACIONES	84
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>86</b>

## RESUMEN

El Proyecto "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CUSCO – COMPONENTE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO" ha iniciado contractualmente el 04-06-2012, finalizando la etapa de construcción el 15-02-2014, y la etapa de operación y mantenimiento el 15-02-2015 y ha sido ejecutado por la empresa Contratista Cosapi S.A Ingeniería y Construcción, su construcción ha demandado una inversión de S/. 97'102,147.72.

El análisis y el control de la productividad de la mano de obra, es un tema complejo pero a la vez muy interesante de estudiar, ya que se encuentra envuelta de un sin número de variables, que pueden afectar su buen funcionamiento.

En el presente Informe de Suficiencia se analiza, evalúa y controla la productividad de la Mano de Obra mediante la herramienta del Informe Semanal de Producción (ISP), este informe tiene como base los metrados y rendimientos del presupuesto, con esta información se obtiene la productividad meta con lo cual nos iremos comparando semana a semana, de acuerdo a los resultados reales que vamos obteniendo.

En función a la productividad real que venimos obteniendo, se calcula la cantidad de Horas Hombre a emplear para ejecutar los metrados saldo de nuestro proyecto, el cual a su vez es transformado en costo con la tarifa promedio de las Horas Hombre, obtenida de los pagos realizados hasta la fecha de evaluación.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las incidencias de cada actividad o proceso, en el costo, se elabora estudios de productividad, con la finalidad de analizar y mejorar nuestros procesos, prevenir e informar anticipadamente las pérdidas de dinero en mano de obra, en comparación a los ratios previstos en nuestro presupuesto, comunicando además, los motivos por los cuales se obtiene estos resultados y poder realizar planes de mejora para tratar de revertir esta situación.

Además, en el Informe de Suficiencia, se presenta una base de datos de rendimientos, de las principales estructuras ejecutadas en el proyecto, para poder presupuestar el costo de la mano de obra en proyectos futuros de similares características.

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 1.-</b> Ejemplo de Selección de categorías	19
<b>Cuadro N° 2.-</b> Número de cuadrillas en el proyecto PTAR-SEDACUSCO	30
<b>Cuadro N° 3.-</b> Mano de obra de las actividades Mecánicas	31
<b>Cuadro N° 4.-</b> Mano de obra de las actividades Civiles	31
<b>Cuadro N° 5.-</b> Principales equipos usados en el proyecto PTAR-SEDACUSCO	32
<b>Cuadro N° 6.-</b> Principales materiales usados en el proyecto PTAR-SEDACUSCO	34
<b>Cuadro N° 7.-</b> Aplicación de toma de datos en el proyecto PTAR-SEDACUSCO	36
<b>Cuadro N° 8.-</b> Leyenda de toma de datos en el proyecto PTAR-SEDACUSCO	39
<b>Cuadro N° 9.-</b> Trabajos productivos de la toma de datos	40
<b>Cuadro N° 10.-</b> Trabajos Contributorios de la toma de datos	41
<b>Cuadro N° 11.-</b> Trabajos No Contributorios de la toma de datos	42
<b>Cuadro N° 12.-</b> Resumen de la toma de datos	42
<b>Cuadro N° 13.-</b> Resumen de los porcentajes de tiempo de la toma de datos	43
<b>Cuadro N° 14.-</b> Productividad obtenida en el muestreo del trabajo	46
<b>Cuadro N° 15.-</b> Base de Datos de trabajos diarios	50
<b>Cuadro N° 16.-</b> Datos recopilados en la hoja de recursos para el análisis del ISP	51
<b>Cuadro N° 17.-</b> Datos Recopilados en la hoja de producción para el análisis del ISP	53
<b>Cuadro N° 18.-</b> Análisis de resultados del proceso CAB	55
<b>Cuadro N° 19.-</b> Actividades controladas en el ISP	57
<b>Cuadro N° 20.-</b> Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP	60
<b>Cuadro N° 21.-</b> Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP	61
<b>Cuadro N° 22.-</b> Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP	62
<b>Cuadro N° 23.-</b> Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP	64
<b>Cuadro N° 24.-</b> Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP	65
<b>Cuadro N° 25.-</b> Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP	66

<b>Cuadro N° 26.-</b> Planilla de la Mano de Obra reportada por el área de administración	68
<b>Cuadro N° 27.-</b> Resumen del costo de la HH por procesos (Reporte del área de Administración)	69
<b>Cuadro N° 28.-</b> Análisis del costo de la Mano de Obra	70
<b>Cuadro N° 29.-</b> Análisis del costo de la Mano de Obra	71
<b>Cuadro N° 30.-</b> Cálculo del costo total de la mano de Obra	72
<b>Cuadro N° 31.-</b> Cálculo del costo total de la mano de Obra	73
<b>Cuadro N° 32.-</b> Cálculo de la productividad sin bomba Telescópica	80
<b>Cuadro N° 33.-</b> Cálculo de la productividad con bomba Telescópica	81
<b>Cuadro N° 34.-</b> Productividad obtenida en los Filtros Percoladores Primarios N° 1,2 y 3	86
<b>Cuadro N° 35.-</b> Productividad obtenida en el Sedimentador Secundario 1 y 2	87
<b>Cuadro N° 36.-</b> Productividad obtenida en el Espesador de lodos 1 y 2	88
<b>Cuadro N° 37.-</b> Productividad obtenida en el Digestor de lodos 1	89
<b>Cuadro N° 38.-</b> Productividad obtenida en el Desarenador Aireado	90
<b>Cuadro N° 39.-</b> Productividad obtenida en el Taller de Mecánica	91
<b>Cuadro N° 40.-</b> Productividad obtenida en la Casa de Cloración	92
<b>Cuadro N° 41.-</b> Productividad obtenida en la Cámara de Reunión 1	93

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1.-</b> Ciclo de mejoramiento de la productividad	17
<b>Figura N° 2.-</b> Distribución en planta del proyecto PTAR-SEDACUSCO	27
<b>Figura N° 3.-</b> Distribución de los Trabajos Productivos	40
<b>Figura N° 4.-</b> Distribución de los Trabajos Contributorios	41
<b>Figura N° 5.-</b> Distribución de los Trabajos No Contributorios	42
<b>Figura N° 6.-</b> Parte diario de trabajo	49
<b>Figura N° 7.-</b> Resultados de la productividad por semana del proceso CAB	55
<b>Figura N° 8.-</b> Distribución de los Trabajos Sin Bomba Telescópica	79
<b>Figura N° 9.-</b> Distribución de los Trabajos con Bomba Telescópica	80
<b>Figura N° 10.-</b> Productividad obtenida por la cuadrilla de acero Semanalmente	82
<b>Figura N° 11.-</b> Vista panorámica de los 3 Filtros Percoladores Primarios 1, 2 y 3	94
<b>Figura N° 12.-</b> Vista panorámica del Sedimentador Secundario N°2	94
<b>Figura N° 13.-</b> Vista panorámica del Digestor de Lodos	95
<b>Figura N° 14.-</b> Vista panorámica del Desarenador Aireado	95
<b>Figura N° 15.-</b> Vista panorámica del Sedimentador Primario N°2	96
<b>Figura N° 16.-</b> Vista panorámica de la PTAR Sedacusco	96

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

#	NÚMERO
%	PORCENTAJE
Kg	KILOGRAMO
m <sup>2</sup> - m <sup>3</sup>	METRO CUADRADO - METRO CÚBICO
mm	MILIMETROS
mt, m, ml	METROS
Und	UNIDAD
Glb	GLOBAL
TP	TRABAJOS PRODUCTIVOS
TC	TRABAJOS CONTRIBUTORIOS.
TNC	TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS.
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.
J.G	JEFE DE GRUPO.
O.P	OPERARIO.
O.F	OFICIAL.
HH	HORAS HOMBRE.
ISP	INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN.
BUC	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN.
HD	HIERRO DUCTIL
SP	SEDIMENTADOR PRIMARIO
SS	SEDIMENTADOR SECUNDARIO
GRP	TUBERÍA DE FIBRA DE VIDRIO
CBL	CAMARA DE BOMBEO DE LODOS
CBD	CÁMARA DE BOMBEO DE DESAGUE
LLSS	LEYES SOCIALES
SEM	SEMANA
CR-1	CAMARA DE REUNIÓN-1
IGV	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS
BZ	BUZON EXISTENTE
BP	BUZON PROYECTADO
NTU	UNIDAD DE MEDICIÓN DE LA TURBIDEZ
CCC	CAMARA DE CONTACTO DE CLORO
CRL	CAMARA DE REUNIÓN DE LODOS



TAE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LODOS DE EMERGENCIA
CL	CISTERNA DE LODOS
ACUM	ACUMULADO
COD	CODIGO DE LA ACTIVIDAD
INC	INCIDENCIA
ORIG	ORIGINAL
PREV	PREVISTO
PROY	PROYECTADO
CPI	INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO
VAR	VARIACIÓN
APU	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la industria de la construcción se ha visto envuelta en serios problemas de baja productividad, pobre seguridad e insuficiencia en calidad; muchos intentos se han hecho por mejorar esta situación, sin lograr mayores resultados.

La manufactura siempre ha sido un punto de referencia para la construcción y actualmente hay otra tendencia en el desarrollo de la misma, se trata de la nueva filosofía de Producción Lean, cuyos conceptos y principios han logrado grandes resultados.

La Producción Lean, es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de desperdicios: Sobreproducción, tiempo de espera, Transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

Parte de esta teoría ha sido desarrollado en el proyecto PTAR-SEDACUSCO, con la finalidad de presentar mejoras en la producción, utilizando la menor cantidad de recursos.

En el presente Informe de Suficiencia se va desarrollar, los siguientes capítulos:

### **CAPÍTULO I: HISTORIA DEL ARTE**

En este capítulo se desarrolla una breve descripción del origen del término productividad, el cual aparece por primera vez en el artículo de Quensay en el año de 1776 en Inglaterra.

Me he interesado en este tema, a causa de la gran importancia que tiene su desarrollo en los proyectos, porque el control preventivo de las pérdidas, que explica la filosofía del **Lean Construcción**, genera ahorros en los procesos constructivos, trayendo consigo, un buen resultado del margen económico al finalizar el proyecto.

### **CAPÍTULO II : ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD**

En este capítulo se describe las principales definiciones utilizadas en el estudio de la productividad, como por ejemplo: Productividad, variabilidad y desperdicios.

Además es este capítulo, se presenta un método del estudio de la productividad desarrollada en el proyecto, como es el muestreo del trabajo, en dicho estudio, se

presentara los resultados obtenidos, para identificar los Tiempos Productivos, Tiempos Contributorios y no Contributorios, así como también el diagrama de Causa-Efecto.

### **CAPÍTULO III : PROYECCIÓN DE LA MANO DE OBRA Y CÁLCULO DEL COSTO AL FINAL DEL PROYECTO**

En este capítulo se muestra el cálculo del costo de la mano de obra al final del proyecto, en función al Informe Semanal de producción (ISP), herramienta en el cual se realiza un resumen por actividades, de los recursos utilizados y la producción obtenida semana a semana.

Con esta información se obtiene la productividad por actividades, el cual a su vez nos sirve para proyectar las HH a utilizar, en la ejecución de los metrados saldo del proyecto, una vez obtenida la cantidad de HH, este recurso es transformado en costo en función a la tarifa promedio de la HH, pagado hasta la fecha de evaluación del ISP.

### **CAPÍTULO IV : RESULTADOS OBTENIDOS POR ESTRUCTURAS AL FINAL DE PROYECTO.**

En este capítulo se muestra los resultados de la productividad obtenida, en las principales estructuras ejecutadas en el proyecto, como por ejemplo, el Índice de Desempeño del Costo y los ratios de productividad de las principales actividades, en las estructuras como por ejemplo: Filtros Percoladores Primarios, Sedimentador Secundario, Espesador de Lodos, Digestor de Lodos, Desarenador Aireado, Taller de Mecánica, Casa de Cloración y Cámara de Reunión.

### **CAPÍTULO V : IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS**

En este capítulo se presenta los resultados de las principales implementaciones de acciones correctivas realizadas en el proyecto, como por ejemplo:

- Liberar todos los permisos de trabajo, antes que la persona encargada de seguridad comience a inspeccionar.
- Realizar el vaciado de concreto de las viguetas y columnetas de los Filtros Percoladores Primarios, con el apoyo de una bomba telescópica, lo cual reduce la cuadrilla de trabajo de 10 a 5 personas, reduciéndose principalmente peones.

## CAPÍTULO I: HISTORIA DEL ARTE

El término productividad aparece por primera vez en un artículo de Quensay en el año de 1776 en Inglaterra, tiempos en los que nacía la economía como ciencia (con el libro de Adam Smith "La riqueza de las naciones"). Tiempo después, como segunda ocasión aparece el concepto en 1883, LITTKKE definió productividad como "la facultad de producir es igual al de deseo de producción", refiriéndose a la facultad de producir como la capacidad instalada o tamaño de la planta.

Como tercera ocasión, en 1950, La Organización de Cooperación Económica Europea, define productividad como: "El cociente que obtiene al dividir la producción por uno de los factores de la producción"

Actualmente aparecieron nuevos conceptos, como por ejemplo la Producción Lean, el cual fue desarrollado por Toyota, liderado por Taichí Ohno, después de la segunda guerra mundial. Este nuevo sistema estuvo basado en la eliminación de pérdidas.

En 1990, Womack, Jones y Roos publicaron el libro "The Machine That Changed The World", promoviendo los conceptos de la Producción Lean en occidente.

En 1992, Lauri Koskela publicó el informe "Application Of the new production philosophy in construction" en la Universidad de Stanford, proyectando las nuevas ideas a la construcción.

### ¿Por qué el Interés en el Tema?

Me he interesado en este tema, a causa de la gran importancia que tiene su desarrollo en los proyectos, porque el control preventivo de las pérdidas, que explica la filosofía del **Lean Construction**, genera ahorros en los procesos constructivos, trayendo consigo, un buen resultado del margen económico al finalizar el proyecto.

Para poder identificar las causas que generan pérdidas en el proyecto, es necesario desarrollar la implementación, de algunas metodologías de estudio, como por ejemplo el Muestreo del trabajo.

Es importante que estas teorías, tengan un mayor impulso, en nuestro país con la finalidad de industrializar la construcción y tener mejores resultados a un menor costo.

### **1.1. ESTUDIO DEL TRABAJO**

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades, con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar su método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. En otras palabras, se busca rechazar el desperdicio en todas sus formas, materiales, tiempo, esfuerzo.

Lamentablemente existen muchos casos en los cuales nuestro personal obrero, rechaza una nueva propuesta de construcción, porque él tiene su método y siempre lo hizo de esa manera, sin embargo, podrían existir nuevos procedimientos que mejoren, un procedimiento clásico.

El estudio del trabajo comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

### **1.2. ESTUDIO DE MÉTODOS**

También conocido como Estudio de Movimientos, es el registro y examen crítico Sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras tales como:

- Encontrar el mejor método de trabajo.
- Fomentar en todos los empleados la toma de conciencia sobre los movimientos.
- Desarrollar herramientas, dispositivos y auxiliares de producción económicos y eficientes.
- Ayudar en la selección de nuevas máquinas y equipo.
- Capacitar a los empleados nuevos en el método preferido.
- Reducir esfuerzos y costos.

### **1.3. MEDICIÓN DEL TRABAJO**

Conocido como Estudio de Tiempos, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.

Este estudio se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo. En un principio, se plantea que el trabajo en sí consta de dos partes. La primera parte es el contenido básico de trabajo, la cual fija el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción. La segunda parte es el contenido de trabajo suplementario, es decir, el tiempo adicional al teórico que sucede debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de sus partes, o la utilización inadecuada de materiales, o debido a la influencia de los recursos humanos.

Es la segunda parte la que debe ser estudiada y minimizada para disminuir el tiempo de producción y aumentar la productividad.

## CAPÍTULO II : ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD

### 2.1 DEFINICIONES

- **Productividad**

Se entiende productividad como una relación entre lo que se gasta y lo que se produce para realizar una acción. Alfredo Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

- **Variabilidad.**

El diccionario define variabilidad como la capacidad de variar. Y en la construcción esta capacidad es muy grande, algunas causas que generan variabilidad son:

- Los operarios de la cuadrilla de encofrado faltaron el día lunes.
- La empresa de concreto premezclado llegó una hora tarde a la obra.
- Se malogró la mezcladora de concreto.
- Paralización de obra por paro sindical.
- Falta de materiales a tiempo para iniciar el trabajo.
- Cambios en la ingeniería de elementos estructurales.
- Lluvias torrenciales durante el día de trabajo.

Mientras mayor sea la variabilidad en una obra, mayor será el impacto en la calidad, el presupuesto y en el tiempo de ejecución de la obra.

- **Desperdicios.**

Desperdicio se define como "cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final" (Formoso, Issato, Hirota. Berkeley, California, Estados Unidos, 1999).

Ejemplos de desperdicios en la construcción:

- 1) Desperdicio por sobreproducción.
- 2) Desperdicio por sustitución.
- 3) Desperdicio por tiempo de esperas.
- 4) Desperdicio por transporte.
- 5) Desperdicio por procesamiento.
- 6) Desperdicio por movimientos.
- 7) Desperdicio por elaboración de productos defectuosos.

Las pérdidas se pueden generar por un inadecuado diseño, planificación deficiente o fallas de logística. Sin embargo, en el presente informe se hablara sobre desperdicios ocasionados en la parte de la construcción.

## **2.2 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS**

Es la mejora de la productividad se alcanza con la reducción de recursos o incremento de producción en los procesos constructivos.

Se consigue con el análisis detallado de los procesos incidentes e importantes mediante el uso de herramientas, tales como:

- 1.- Medición del Trabajo (Muestreo del trabajo, estudio de tiempo- Movimiento y técnicas filmativas).
- 2.- Estudio de métodos (Balance Carte y Cursograma analítico).
- 3.- Cuestionarios y Encuestas sobre paralizaciones / Demoras a capataces.

En el presente informe, se ha desarrollado principalmente el análisis de la productividad mediante muestreos del trabajo.

- **Factores que afectan la productividad.**

Existen dos factores que afectan la productividad de un proceso constructivo:

- 1.- Cantidad del trabajo productivo: Si un proyecto mejora sus niveles de trabajo productivo y mantiene sus niveles de producción, se obtendrá mayor productividad. Por tanto, debemos reducir o eliminar los TC y TNC. La técnica a



emplear es la medición del trabajo (Muestreo del trabajo, Estudio de tiempo-Técnica Fílmicas).

2.- Calidad del trabajo productivo: A pesar de contar con un alto nivel de trabajo productivo, no podemos asegurar la eficiencia máxima del trabajo. Por lo tanto, debemos, estudiar el Proceso Constructivo para simplificar pasos y/o cambiar el método para incrementar la producción con los mismos recursos. La técnica a emplear es el estudio de métodos.

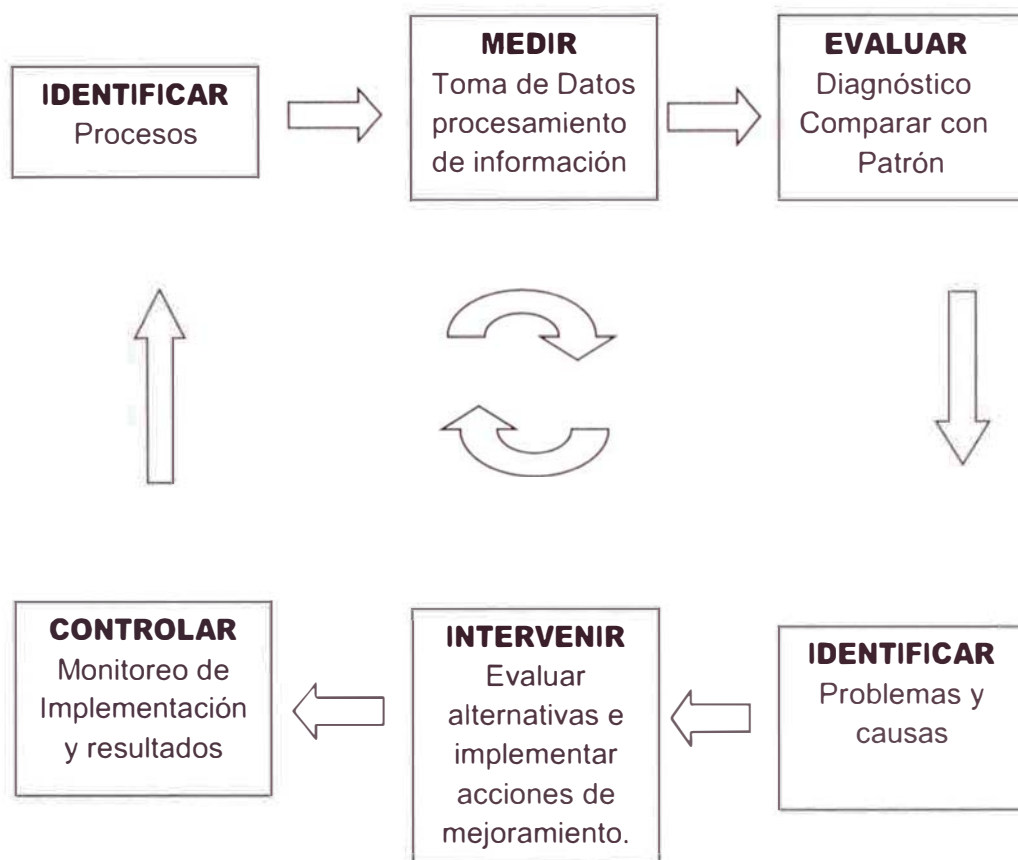
- **Criterios para la selección de procesos.**

Los principales criterios a tomar en cuenta para la selección de las actividades a realizar los estudios de productividad son los siguientes.

- ✓ Actividades con gran incidencia.
- ✓ Actividades Críticas.
- ✓ Actividades que tengan mala productividad.
- ✓ Actividades repetitivas.

En el proyecto, se ha utilizado principalmente el ISP (Informe Semanal de Producción), para poder elegir las actividades con gran incidencia y las actividades que presenten malos resultados.

- **Ciclo de mejoramiento de la productividad.**



**Figura N° 1.- Ciclo de mejoramiento de la productividad.**

(Fuente: Taller de Productividad para proyectos de Construcción 2010, Cosapi S.A)

### 2.2.1 Medición del trabajo

La medición del trabajo ha sido ampliamente utilizada en la industria manufacturera para el análisis de operaciones, con el objetivo de mejorar la productividad. Actualmente, es de uso común en la construcción.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola a un nivel de desempeño previamente establecido (Estándar).

Las principales técnicas usadas son:

- Muestreo del trabajo.
- Estudios de tiempo-movimiento.
- Técnicas filmicas (Fotografías, video).

- **Muestreo del trabajo**

Es método de muestreo aleatorio que sirve para medir el nivel de actividad de un proyecto (Global) u operación. Algunas características que definen el método son:

- ✓ Es una medición para análisis cuantitativo, en términos de tiempos.
- ✓ Se aplica principalmente a la mano de obra y/o equipos.
- ✓ Las observaciones del muestreo deben ser hechas en forma aleatoria.
- ✓ Se deben establecer categorías predeterminadas para clasificar las observaciones (TP, TC, TNC).
- ✓ Los resultados permiten realizar inferencias estadísticas.

Algunas ventajas del método son:

- ✓ Simple de llevar a cabo y económica.
- ✓ Fácil de comprender.
- ✓ Estadísticamente confiable (384 observaciones con confiabilidad de 95% con  $\pm 5\%$ ).
- ✓ Entrega información útil y actualizada.

Procedimiento:

- ✓ Definir el objetivo del muestreo.
- ✓ Selección de las categorías.
- ✓ Proceso de toma de datos.
- ✓ Análisis de los datos.

- **Definir el Objetivo del muestreo.**

Como cualquier plan, el muestreo del trabajo debe tener un objetivo claramente establecido.

Si la meta es medir el Nivel General de la actividad del proyecto, el plan deberá diseñarse en torno a un número de categorías de trabajo muy generales identificando las categorías (Operarios, Oficial, Peón), más no a cada trabajador.

Si el objetivo del estudio es más detallado, las características del plan deben ser estudiadas más cuidadosamente. Por ejemplo, si se desea ayudar en la

identificación de áreas del proyecto que presentan problemas, entonces será necesario establecer algún medio de identificación del área para cada trabajador, de modo de no contabilizar a las personas que circunstancialmente transiten por el sector de estudio.

- **Selección de categorías.**

Existen dos interrogantes que es necesario contestar cuidadosamente una vez que se han seleccionado las categorías de trabajo que se usaran en el muestreo:

- 1.- ¿Ayudan las categorías al cumplimiento de los objetivos del plan maestro?
- 2.- ¿Entregan estas categorías la información necesaria para que se tomen acciones adecuadas?

El Cuadro N°1, presenta un ejemplo de selección de categorías.

**Cuadro N° 1.- Ejemplo de Selección de categorías**

Cod.	TP	Cod.	TC	Cod.	TNC
<b>C</b>	Concreto	<b>T</b>	Transporte	<b>O</b>	Ocio
<b>A</b>	Acero	<b>I</b>	Instrucciones	<b>E</b>	Espera
<b>N</b>	Encofrado	<b>M</b>	Medir	<b>V</b>	Viaje
<b>EX</b>	Excavación	<b>L</b>	Limpieza	<b>B</b>	Nec. Fisiológicas
<b>RE</b>	Relleno	<b>S</b>	Seguridad	<b>R</b>	Trabajo Rehecho
		<b>X</b>	Inspección	<b>D</b>	Descanso
		<b>Y</b>	Otros TC	<b>Z</b>	Otros TNC

(Fuente: Taller de Productividad Para proyectos de Construcción 2010, Cosapi S.A)

### 2.3. APLICACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.

- **Descripción del proyecto.**

A continuación se presenta los datos de la obra en estudio del presente informe.

**Nombre del proyecto:** "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CUSCO – COMPONENTE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO".

**Empresa Ejecutora:** Cosapi S.A. Ingeniería y Construcción.

**Cliente:** Entidad Municipal Prestadora de Servicios de Saneamiento SEDACUSCO.

**Modalidad del contrato:** Precios unitarios.

**Diseño y Cálculo:** Consorcio NIPPON KOEI.

**Plazo de Ejecución:**

- ✓ Construcción y arranque : 589 Días Calendario.
- ✓ Operación y Mantenimiento : 12 meses.

**Inicio del Proyecto:** 04 de junio del 2012.

**Inicio de la Operación y Mantenimiento:** Marzo del 2014.

**Inversión:** S/ 112 Millones (Incluye IGV).

**Perímetro del Proyecto:** 1,161.38 m

**Área del Proyecto:** 63,319.58 m<sup>2</sup>

## **Alcance:**

### **Captación del Desagüe Crudo.**

Las aguas residuales a tratar serán direccionadas hacia la PTAR, desde el buzón existente BZ-02, desde donde se desviara hacia el buzón proyectado BP-01, ubicado antes del cruce con la quebrada Huacoto.

### **Estructura de Entrada (Viga Puente).**

Se trazara una estructura paralela a la actual viga canal, la cual tendrá 22 m de longitud y será de fierro fundido dúctil (HD) de 1000 mm de diámetro, la cual empalmara a otro buzón tipo I (BP-02), ubicada después del cruce de la quebrada de Huacotomayo a la entrada del área del proyecto.

### **Canal de Ingreso.**

Esta instalación permitirá el flujo de agua entre captación y el pretratamiento. Sera un canal de Concreto de 1.8 m de ancho y 1.4 m de alto.

En este canal de ingreso se encuentran alojados el medidor de caudal ultrasónico y un tubímetro automático. La finalidad de este canal es controlar a través de un vertedero regulable el caudal de entrada a la PTAR; cuando el caudal afluente sobrepase el caudal máximo de diseño (Máximo Horario), de tal forma que el exceso de agua salga por el vertedero de demasías, no se permitirá el ingreso a la PTAR de las aguas residuales cuando presenten una turbidez mayor a 400 NTU.

### **Estructura de Pretratamiento.**

**Desbaste:** El pretratamiento consistirá en desbaste grueso fino. El desbaste grueso estará a cargo de dos rejas mecánicas de 25 mm, de abertura entre barras, y el desbaste fino constara de dos rejas mecánicas de 6 mm de abertura entre barras. Las rejas estarán montadas en dos canales paralelos, y en cada canal trabajaran en serie una reja gruesa (mecánica) seguida de reja fina (mecánica). Cada batería está ubicada en un canal de 1.80 m de ancho y 1.80 m de profundidad.

### **Desarenadores aireados.**

Se han considerado 5 unidades de desarenadores aireados (Tipo tornillo) con 100% de redundancia, que trabajaran simultáneamente. Los canales desarenadores de forma piramidal tiene 12.00 m de largo, 2.10 m de ancho y 4.50 m de profundidad efectiva cada uno, recibirán aire difuso (Difusores de burbuja gruesa) mediante el uso de 2 sopladores lobulares.

### **Tratamiento Primario.**

**Sedimentación primaria:** Se ha proyectado la utilización de 2 sedimentadores; uno nuevo (SP-2) y el otro es existente, a ser rehabilitado (SP-1).

El Sedimentador proyectado (SP-2), tendrá un diámetro de 26.00 m, y una profundidad útil (Lateral) de 4.20 m, la estructura se construirá de concreto armado según especificaciones técnicas y características particulares de los equipos a ser ofertados por el contratista.

Tendrá un sistema desnatador móvil, las natas, grasas u espumas serán colectadas y bombeadas al canal de entrada del desarenador aireado.

El Sedimentador Primario (SP-1) existente tendrá similares consideraciones constructivas y operativas que el sedimentador proyectado, pero con un diámetro de 42 m y una profundidad útil (Lateral) de 2.75 m.

### **Tratamiento Secundario.**

**Filtros Percoladores Primarios:** Estas unidades recibirán los efluentes de los sedimentaros primarios por gravedad desde la cámara CR-3 dado que la carga hidráulica estática es suficiente para alcanzar la presión requerida para el accionamiento (Hidráulico) de los brazos de los filtros.

**Cámara de Bombeo 1 (CBD-1):** Esta unidad es el motor del sistema de tratamiento debido a que colecta el efluente de los filtros percoladores primarios y luego las impulsa hasta la cámara de repartición de caudales N°4 (CR-4), en la cual distribuye el agua residual a los Filtros Percoladores Secundarios.

La cámara de bombeo contara con 4 bombas inmersibles, cada una con 280 l/s capacidad de 20 m de altura dinámica total.

**Filtros Percoladores Secundarios:** Estas unidades son similares en funcionamiento a los Filtros Primarios, sin embargo, se ha tomado ventaja de las características del medio filtrante y se han propuesto unidades que tienen aproximadamente el doble de altura de los filtros percoladores primarios y por lo tanto estas unidades han resultado de menor diámetro.

**Sedimentadores Secundarios:** Se ha considerado la instalación de 2 sedimentadores secundarios (SS-1 y SS-2), de similares características y recibirán los efluentes de los filtros secundarios.

Los sedimentadores tendrán un diámetro de 35.00 m, y una profundidad útil de 4.80 m, las estructuras serán construidas de concreto armado según especificaciones técnicas y características particulares de los equipos a ser ofertados por el contratista.

La tubería de entrada y salida de ambos sedimentadores serán de 700 mm, de diámetro de fibra de vidrio (GRP) excepto las que estarán por debajo de las instalaciones las cuales serán de HD. Los lodos secundarios acumulados en el fondo de los sedimentadores serán succionados hidráulicamente o barridos mecánicamente hacia el cuenco central de donde serán retirados periódicamente por bombeo a través de un dispositivo temporizador (unos minutos cada 2 horas), el lado bombeado descargará en la cámara de reunión de los espesadores y el efluente de estas unidades pasan desinfección de cloro (Cámara de contacto de cloro).

### **Desinfección**

**Cámara de Contacto de Cloro:** En estas instalaciones se encuentra el edificio de cloración, donde se mantiene los cilindros de cloro gaseoso (900 kg) al igual que las balanzas, equipos dosificadores de cloro, bombas (booster) y la cámara de contacto en la que se inyecta el desinfectante líquido a través de un tubo difusor. La cámara de contacto de cloro (CCC) tiene las siguientes características:

Ancho	: 20.20 m
Largo	: 25.80 m
Profundidad útil	: 2.44 m



**Canal de descarga de agua tratada:** Esta instalación será la encargada de conducir el agua residual tratada y desinfectada hacia el río Huatanay. Este canal tiene 17.46 m de largo, 1.80 m de ancho y 1.5 de altura. Aquí también se encuentra la canaleta Parshall y la caja de rejillas.

### **Tratamiento de Lodos**

Los lodos que se generan en los sedimentadores primarios y secundarios son bombeados desde la CBL-1 y la CBL-2, respectivamente, a la cámara de reunión ubicada en la entrada de los espesadores, donde reciben una dosificación de cloruro férrico, tanto para tener un mejor espesamiento como para evitar olores ofensivos; luego por su propia carga hidráulica alimentan a la cisterna ubicada dentro de la CBL-3. Esta cisterna sirve como regulador entre los espesadores y digestores.

**CBL 1:** En esta cámara de bombeo se succionan los lodos precedentes de los sedimentadores primarios SP-1 y SP-2 y a través de una línea de impulsión de 200 mm de HD se descargan en la cámara de reunión de lodos CR-1. La CBL-1, consta de 4 (2+2) bombas tipo cavidad progresiva, el bombeo se realiza en forma intermitente cada 2 o 3 horas solo por periodos de 15 a 25 minutos.

**CBL-2:** Los lodos procedentes de los sedimentadores secundarios SS-1 y SS-2 se reúnen en esta cámara de bombeo y a través de una línea de impulsión de 200 mm HD, se descargan en la cámara de reunión de lodos CRL-1 (Espesadores). La CBL-2 consta de 3 (2+1) bombas tipo cavidad progresiva, el bombeo se realiza en forma intermitente cada 2 o tres horas solo por periodos de 15 a 25 minutos.

**Espesadores:** Se han considerado para la primera etapa 2 unidades espesadores (E-1 y E-2) paralelas, con estructuras de concreto armado, 15 m de diámetro cada una y 4.0 m de profundidad.

**Cisterna de Lodos (CL):** El interior de la cámara de bombeo de lodos N°3 (CBL-3), entre los espesadores se han considerado una cisterna la cual es abastecida por los espesadores por solo su carga hidráulica. Esta se llenará en la misma proporción que tenga que descargar cada espesador.

**CBL-3:** En esta cámara de bombeo ubicada entre los espesadores, se succionan los lodos procedentes de la cisterna de lodos (CL) y se bombean a través de 3

bombas (2+1) de cavidad progresiva, y una línea de impulsión de 200 mm de HD hasta el Digestor D1.

**Digestor de Lodos:** Está conformado por estructura básica del digestor existente N°1, al cual se le encimará en 11.70 m, de la estructura cilíndrica y se le proveerá de una cúpula de concreto armado. Este tanque tendrá un volumen útil de 5, 700 m<sup>3</sup> (Volumen total de 6,185 m<sup>3</sup>), equivalente a un periodo de retención (2022), de 14.70 días. Tiene un diámetro interior que varía de 24.60 m (Sección existente) a 25.40m (Sección a encimar).

**Tanque de Almacenamiento de Lodos:** Es una estructura cilíndrica de 450 m<sup>3</sup> de capacidad, cuyo objetivo es mejorar la operatividad del manejo de lodos, esta unidad de almacenamiento permite mantener los lodos frescos (Primarios + Secundarios), en suspensión durante los periodos de inactividad de los equipos de deshidratación, por ejemplo, las horas de la madrugada y los fines de semana. El tanque cuenta con dos agitadores de Hélice horizontales emperrados a la pared interna del tanque.

Diámetro : 24.60  
Altura (lateral) : 7.20m (útil 5.0 m)

**Tanque de Almacenamiento de Lodos de Emergencia (TAE):** Esta estructura tiene una base cuadrada y puede almacenar hasta 90 m<sup>3</sup> de capacidad. Su objetivo es reemplazar momentáneamente al tanque de almacenamiento de lodos cuando esta tenga que salir fuera de servicio por mantenimiento.

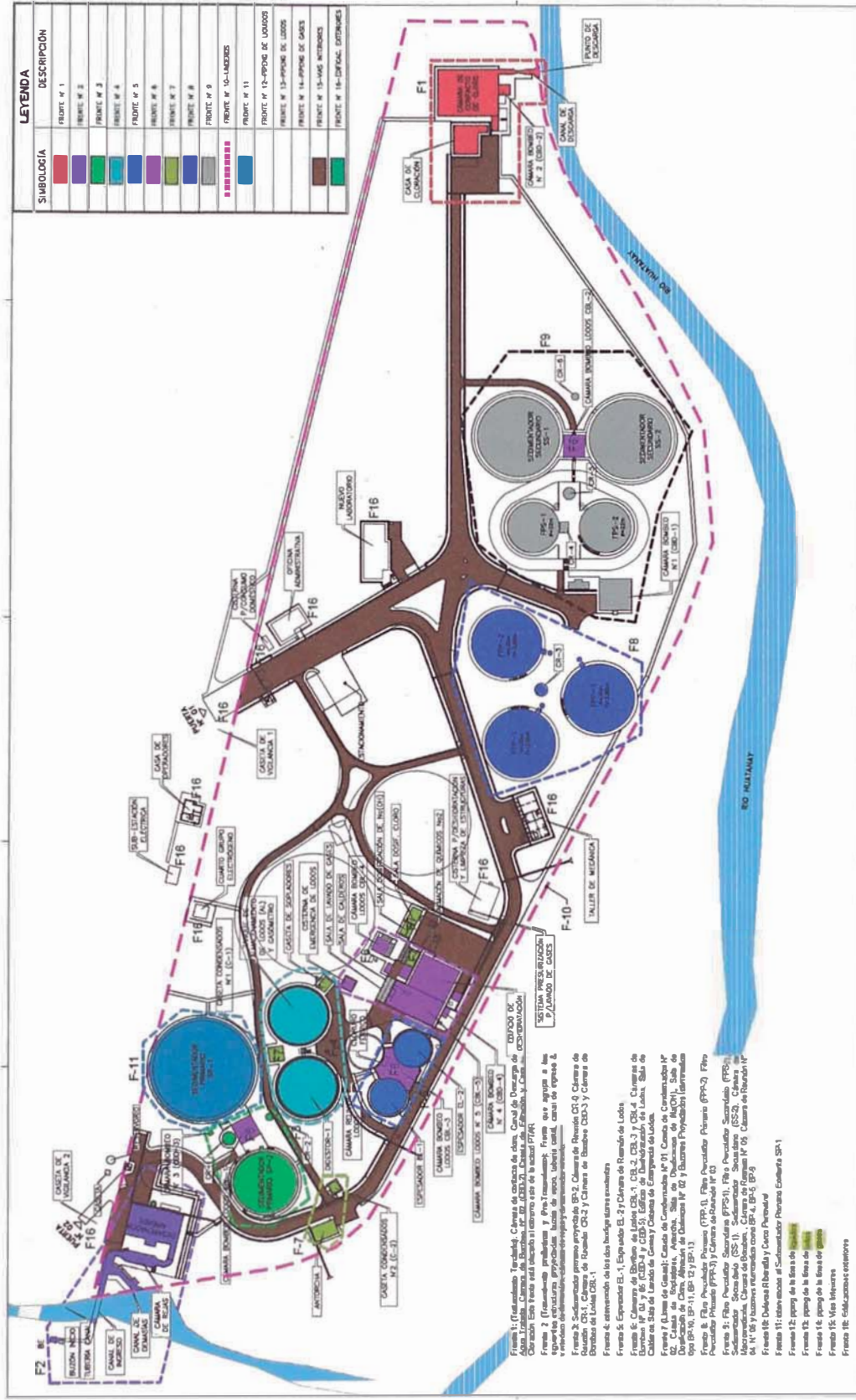
Dimensiones : 5x5x4.6 m  
Altura (Lateral) : 4.60 m (Útil 3.60 m)

**CBL-4:** Esta cámara de bombeo se ubica en las proximidades del edificio de deshidratación, succiona los lodos procedentes del Tanque de Almacenamiento y del Tanque de Emergencia.

**Edificio de deshidratación:** En el Edificio de Deshidratación es donde se realiza el proceso de deshidratación de los lodos crudos por medio de los equipos definidos, ya sean centrifugas u otro equipo que alcance los porcentajes de deshidratación no menor al 20 % de sólidos y comprobado ahorro de energía. En

un caso dado y por emergencia, se pueden estabilizar por medio de cal y polímeros.

En la Figura N° 2, se muestra la distribución en planta de nuestro alcance como proyecto, además se presenta los frentes de trabajo diseñados para la ejecución de las estructuras, en función a la similitud de las mismas.



**Figura N° 2.- Distribución en planta del proyecto PTAR-SEDACUSCO.**  
(Fuente: Cosapi S.A)

- **Condiciones de Ejecución:**

**Ubicación:**

El área del proyecto se encuentra localizado en el distrito de San Jerónimo, Provincia y departamento-Región Cusco, República del Perú y tiene una altitud promedio de 3 245 metros sobre el nivel del mar.

**Condiciones Climáticas:**

✓ **Temperatura:**

La ciudad del Cusco es relativamente fría moderada, las medias anuales en la provincia fluctúan entre 10.3° y 11.3° Celsius (Centígrados), es decir entre 50° y 52° Fahrenheit. En comparación con las abruptas diferencias de temperatura en casi todo el mundo entre el verano e invierno, aquí se tiene una relativa uniformidad porque normalmente se siente frío durante la noche y las primeras horas de la mañana mientras que al mediodía la temperatura aumenta considerablemente. En las madrugadas de los meses de junio y julio que son los meses más fríos la temperatura desciende frecuentemente a 5° y 7°C bajo cero (23° y 19°F).

✓ **Humedad Relativa:**

En la parte baja del Valle del Cusco hay un promedio de humedad relativa de 64%.

✓ **Precipitación Pluvial:**

La altura en la que se encuentra la ciudad del Cusco y su proximidad a la línea ecuatorial hacen que su clima sea muy especial. Mientras normalmente alrededor del mundo se conocen las cuatro estaciones clásicas, aquí sólo se puede hablar de 2 bien marcadas: una estación de sequía o estío y otra de lluvias. La estación de sequía empieza aproximadamente en mayo hasta octubre y la de lluvias de noviembre a abril, en general las precipitaciones pluviales fluctúan entre 600 y 880 mm. Al año (entre 31.5 y 34.5 pulgadas).

## **Topografía y Suelo:**

### ✓ **Topografía**

El Territorio del distrito de San Jerónimo se extiende en 103,34 kilómetros cuadrados.

### ✓ **Características Geotécnicas del área de trabajo:**

- El área de trabajo está conformado por tres secuencias de buen comportamiento geotécnico.

- La secuencia Kayra (areniscas, lutitas y demás finos) guardan una homogeneidad estructural, por lo que son buenos materiales de fundación.

- La formación es de mejor comportamiento aún, por contener secuencias de areniscas compactas, pero éstas afloran en las zonas de cumbres de las montañas de Vilcaconga.

- En general poseen una buena resistencia mecánica por lo que conforman las elevaciones circundantes al valle del Cusco. Existen algunos deslizamientos antiguos en la quebrada de Huancaró, Tancarpatá, en la zona de Picó y San Jerónimo (éstas últimas con actividad reciente).

- La resistencia mecánica de éstos materiales disminuye según el contenido de finos que poseen en sus horizontes.

**Principales Recursos utilizados para la ejecución del proyecto:**

- ✓ **Número de Cuadrillas:** En el cuadro N° 2, se presenta la cantidad de cuadrillas previstas al inicio del proyecto y la cantidad real utilizada durante la ejecución del proyecto.

**Cuadro N° 2.- Número de cuadrillas en el proyecto PTAR-SEDACUSCO**

Proceso	Cantidad de cuadrilla prevista	Cantidad de cuadrilla Real Empleado
Movimiento de tierra	2	2
Acero	2	2
Encofrado	2	2
Concreto	2	2
Instalación de tubería	1	1
Instalación y fabricación de media	1	1

(Fuente: Cosapi S.A)

Del cuadro N° 2, se puede observar, que las cuadrillas previstas al inicio del proyecto, fueron las mismas que se emplearon durante la ejecución del proyecto.

- ✓ **Mano de Obra:** en los Cuadros N° 3 y 4, se muestra la cantidad de personal por categorías previstas al inicio del proyecto, así como lo realmente utilizado durante la ejecución.

**Cuadro N° 3.- Mano de obra de las actividades Mecánicas**

Actividades Mecánicas														
Proceso	Personal previsto al inicio							Personal Realmente Empleado						
	J.G	Operad	O.P	O.F	Sold	PEON	TOTAL	J.G	Operad.	O.P	O.F	Sold.	PEON	TOTAL
Instalación de tubería	1	2	3	1	2	2	11	1	4	4	4	3	0	16
Instalación y fabricación de media	1	2	1	11	0	2	17	1	2	1	12	0	4	20

(Fuente: Cosapi S.A)

**Cuadro N° 4.- Mano de obra de las actividades Civiles**

Actividades Civiles											
Proceso	Personal previsto al inicio					Personal Realmente Empleado					
	J.G	O.P	O.F	PEON	TOTAL	J.G	O.P	O.F	PEON	TOTAL	
Movimiento de tierra	1	2	1	3	7	1	2	0	4	7	
Acero	1	7	2	6	16	1	6	3	2	12	
Encofrado	1	4	4	4	13	1	11	2	4	18	
Concreto	1	5	7	8	21	1	9	4	2	16	

(Fuente: Cosapi S.A)



- ✓ **Equipos:** En el Cuadro N° 5, se muestra la cantidad de equipos previstos al inicio del proyecto, así como también lo realmente utilizado durante la ejecución.

**Cuadro N° 5.- Principales equipos usados en el proyecto PTAR-SEDACUSCO**

Proceso	Equipo	Cantidad de equipos	
		prevista	Real Empleado
<b>Movimiento de tierra</b>			
	Apisonador - VP075 – 70	2	3
	Minicargador Bobcat	1	2
	Camión Volquete FORLAND	2	1
	Cargador Frontal 856	1	1
	Excavadora CAT 320 – DL	1	1
	Retroexcavadora 416E	1	1
	Rodillo Liso CS 533E CAT	1	1
	Rodillo Vibratorio Tándem	1	1
	Motobombas	4	6
	Motoniveladora 140K	2	1
	Plancha compactadora 5,5HP - 82 KG	1	2
	Rodillo propulsado	1	1
	Rodillo vibratorio a PIE 12 HP - 983 KG.	1	1
<b>Acero</b>			
	No hay Equipos	0	0
<b>Encofrado</b>			
	Garlopa Eléctrica DE 12"	1	1
	Camión HIAB X2Q-865	1	1

	Encofrado Metálico EFCO	1	1
	Grúa Hidráulica de 30 Ton	1	1
	Sierra circular eléctrica de banco de 16" 5 HP	1	1
<b>Concreto</b>			
	Compresora Aire Denyo 82	2	3
	Martillo demoledor	3	4
	Rotomartillo	0	7
	Mezcladora de Concreto de 12 P3	1	1
	Motovibrador de 9.5HP	2	2
	VIBRADOR ELÉCTRICO 1/2"	3	6
	PRENSA HIDRÁULICA P/ ROTURA DE PROBETAS	1	2
<b>Instalación de tubería</b>			
	Camión HIAB X2Q-865	1	1
	CAMION PLATAFORMA T2W-947	1	1
	Grúa LTM – 1060	1	1
	Grúa Terex RT 500	1	1
	Máquina de Termofusión 75 a 250 mm	1	1
	Gata hidráulica de 05 Ton T/PASTILLA	1	1
	Horno estacionario para soldadura 200KG	1	1
	Juego de Tarraja para tubo manual DE 1/2" A 2"	3	4
	Máquina de Soldar Eléctrica 425 BAMP	3	4
	Teclé cadena de 5 ton X 6m	2	3
<b>Instalación y fabricación de media Filtrante</b>	Camión HIAB X2Q-865	1	0
	Grúa LTM – 1060	0	1
	Grúa Terex RT 500	0	1

(Fuente: Cosapi S.A)

- ✓ **Materiales:** En el Cuadro N° 6, se muestra la cantidad de materiales previstos al inicio del proyecto, así como también lo realmente utilizado durante la ejecución.

**Cuadro N° 6.- Principales materiales usados en el proyecto PTAR-SEDACUSCO**

Proceso	Descripción	Und	Cantidad de Material	
			prevista	Real Empleado
<b>Movimiento de tierra</b>				
	Material de relleno propio	m3	16,387.82	25,894.59
	Material de relleno de préstamo	m3	755.21	14,754.63
<b>Acero</b>				
	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	Kg	656,071.71	869,985.82
<b>Encofrado</b>				
	Plancha de Triplay 4'x 8'x18 mm.	Und	0.00	1,189.00
	Plancha de Triplay 4'x 8'x4mm	Und	0.00	78.00
	Plancha de Triplay 4'x 8'x 6 mm.	Und	0.00	50.00
	Plancha de Triplay 4'x 8'x 3mm	Und	0.00	10.00
	Plancha de Triplay 4'x 8'x10 mm.	Und	0.00	57.00
	Plancha de Triplay 4'x8'x19mm.	Und	1,500.00	118.00
	Plancha de Triplay 4'x8'x20mm.	Und	0.00	20.00
<b>Concreto</b>				
	Concreto $f_c' 100 \text{ Kgs/Cm}^2$ Tipo I y V, Slump 4-6, H67	m3	1,718.63	1,782.50
	Concreto $f_c' 140 \text{ Kgs/Cm}^2$ Tipo V, Slump 4-6, H67	m3	43.81	57.00
	Concreto $f_c' 175 \text{ Kgs/Cm}^2$ Tipo I y V, Slump 4-6, H67	m3	0.00	219.00
	Concreto $f_c' 210 \text{ Kgs/Cm}^2$ Tipo I y V, Slump 4-6, H67	m3	807.45	1,220.50

	Concreto fc' 245 Kgs/Cm2 Tipo V, Slump 4-6, H67	m3	0.00	87.00
	Concreto fc' 280 Kgs/Cm2 Tipo I y V, Slump 4-6, H67	m3	8,440.95	8,556.00
<b>Instalación de tubería</b>				
	Tubería de Hierro Dúctil	m	2,186.70	1,498.90
	Tubería de GRP	m	718.00	811.20
	Tubería de HDPE	m	1,424.90	1,683.00
<b>Instalación y fabricación de media</b>				
	Media filtrante	m3	12,223.97	12,223.97

(Fuente: Cosapi S.A)

**2.3.1. Muestreos de trabajo desarrollado en el proyecto PTAR-SEDACUSCO.**

El muestreo del trabajo inicia con la toma de datos, a continuación en el Cuadro N° 7, se presenta la base de datos, del muestreo realizado el día 01/10/2012.

- **Toma de Datos**

**Cuadro N° 7.- Aplicación de toma de datos en el proyecto PTAR-SEDACUSCO**

FORMATO PARA MEDICIÓN DE ACTIVIDADES PUNTUALES							
FECHA: 01/10/12	LUGAR: SEDIMENTADOR PRIMARIO SP-2.						
HORA INICIO: 7:40 AM	HORA FINAL:	12:35	PM	( PRIMER TURNO)			
HORA INICIO: 15:15 AM	HORAFINAL:	17:50	PM	( SEGUNDO TURNO)			
ACTIVIDAD: DESENCOFRADO Y ENCOFRADO DE MUROS DE SEDIMENTADOR PRIMARIO SP-2							
HORA	O 1	O 2	O 3	O 4	O 5	O 6	O 7
<b>PRIMER TURNO</b>							
07:40	AST	AST	AST	AST	AST	AST	
07:45	AST	AST	AST	AST	AST	AST	
07:50	M	M	I	I	I	I	
07:55	D	D	AR	D	D	C	
08:00	D	D	I	C	C	C	
08:05	TM	TM	C	D	D	C	
08:10	C	M	C	M	M	E	
08:15	E	E	E	D	D	D	
08:20	AR	C	C	C	C	C	
08:25	C	C	C	D	D	I	
08:30	C	E	C	TM	TM	E	
08:35	E	D	C	TM	TM	E	
08:40	C	DE	DE	DE	C	C	
08:45	C	DE	DE	DE	DE	E	
08:50	D	DE	I	I	I	C	
08:55	I	I	I	DS	DS	DS	
09:00	C	DS	DS	DS	DS	DS	
09:05	C	C	DE	DE	DE	DE	
09:10	C	DE	TM	DE	DE	DE	
09:15	AR	DE	TM	DE	DE	C	
09:20	DE	DE	TM	DE	DE	TH	
09:25	DE	DE	TM	DE	DE	C	
09:30	TM	D	E	DE	DE	E	
09:35	DE	SE	AR	DE	DE	C	

09:40	C	C	C	DE	DE	C	
09:45	TM	TM	DE	DE	DE	AR	
09:50	DE	DE	DE	L	AR	SE	
09:55	TM	DS	DS	C	C	C	
10:00	C	DS	DS	SE	DE	DE	
10:05	DS	C	DE	SE	DS	C	
10:10	C	DS	DS	DE	DE	DE	
10:15	C	DE	DE	DE	DE	DE	
10:20	C	C	C	DE	DE	DE	
10:25	C	C	DE	DE	DE	DE	
10:30	I	I	DE	DE	DE	DE	
10:35	C	SH	DE	DE	DE	DE	
10:40			DE	DE	DE	DE	
10:45			C	DE	DE	DE	
10:50			DE	AR	DE	I	
10:55			DE	DE	I	I	
11:00			DE	DE	DE	DE	
11:05			DE	DE	DE	DS	
11:10			DE	DE	DE	DS	
11:15			I	I	DS	E	
11:20			DE	DS	DS	TM	
11:25			DE	DE	DE	E	
11:30			DE	DE	DE	C	
11:35			C	DE	DE	C	
11:40			AR	DS	AR	AR	
11:45			C	I	I	I	
11:50			TM	DE	DA	DA	
11:55			DE	DE	DE	C	
12:00			SE	I	C	E	
12:05			HA	TM	TM	C	
12:10			C	I	I	I	
12:15			E	E	E	C	
12:20			C	E	C	DE	
12:25			DS	C	DE	DE	
12:30			DS	DE	DE	C	
12:35			O	O	O	O	
<b>SEGUNDO TURNO</b>							
15:15	DS	DS	DS	DS			
15:20	DS	DS	C	C			

15:25	DS	DS	TM	C			
15:30	DS	DS	C	SE			
15:35	I	I	DS	DS			
15:40	I	E	DS	DS			
15:45	AS	O	O	E			
15:50	JS	JS	JS	JS			
15:55	JS	JS	JS	JS			
16:00	E	E	E	CH			
16:05	I	JS	TM	TM			
16:10	AP	AP	IM	AJ			
16:15	E	AP	AJ	I			
16:20	AJ	AJ	AJ	SE			
16:25	AS	E	E	TM	TM	I	DE
16:30	E	E	DS	DS	DS	DE	DE
16:35	CH	L	C	C	C	E	E
16:40	JS	I	JS	JS	AJ	AJ	AJ
16:45	AP	AP	AP	AJ	AJ	E	AJ
16:50	L	AJ	AJ	AJ	AJ	AJ	C
16:55	L	E	AJ	AJ	AJ	C	C
17:00	TM	E	AJ	AJ	AJ	C	C
17:05	E	E	DS	DS	DS	C	I
17:10	E	E	E	CH	I	I	C
17:15	E	E	E	E	E	I	I
17:20	AJ	AJ	AJ	I	AJ	AJ	AJ
17:25	AJ	E	AJ	AP	AP	AP	
17:30	AP	AP	AP	E	AJ	AJ	
17:35	AP	AP	AP	AJ	AJ	E	
17:40	AJ	AJ	AJ	AP	AP		
17:45	AP	AP	AP	AP	AP		
17:50	AP	AP	AP	AP	AP		

(Fuente: Cosapi S.A)

**Cuadro N° 8.- Leyenda de toma de datos en el proyecto PTAR-SEDACUSCO**

<b>LEYENDA</b>	
<b>TP</b>	<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>
DS	DESMONTAJE DE ELEMENTOS
DE	DESTORNILLADO
D	DESAPUNTALANDO
M	DESEMPOTRANDO MUERTOS
AJ	AJUSTANDO ENCOFRADO
IM	INSTALACIÓN DE MUERTOS
AP	APUNTALANDO
<b>TC</b>	<b>TRABAJO CONTRIBUTIVO</b>
I	INDICACIONES
L	LIMPIEZA
AST	ANÁLISIS SEGURO DEL TRABAJO
TM	TRANSPORTE DE MATERIAL
TH	TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS
AR	ARMADO DE ANDAMIO
DA	DESARMADO DE ANDAMIO
SE	SELECCIÓN DE MATERIAL
CH	APLIC. DE CHEMALAC
AS	AMARRANDO DE ESLINGA
SE	SACANDO ESLINGA
JS	JALANDO SOGA
SH	SELECCIÓN DE HERRAMIENTA
<b>TNC</b>	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTIVO</b>
C	CAMINANDO
P	PARADO
O	OTROS TNC

(Fuente: Cosapi S.A)

El Cuadro N° 8, presenta la descripción de las abreviaturas utilizadas en la base de la toma de datos.

Además, tener en cuenta que las abreviaturas O1, O2, O3, O4, corresponden a Obrero 1, Obrero 2, Obrero 3, Obrero 4, respectivamente.



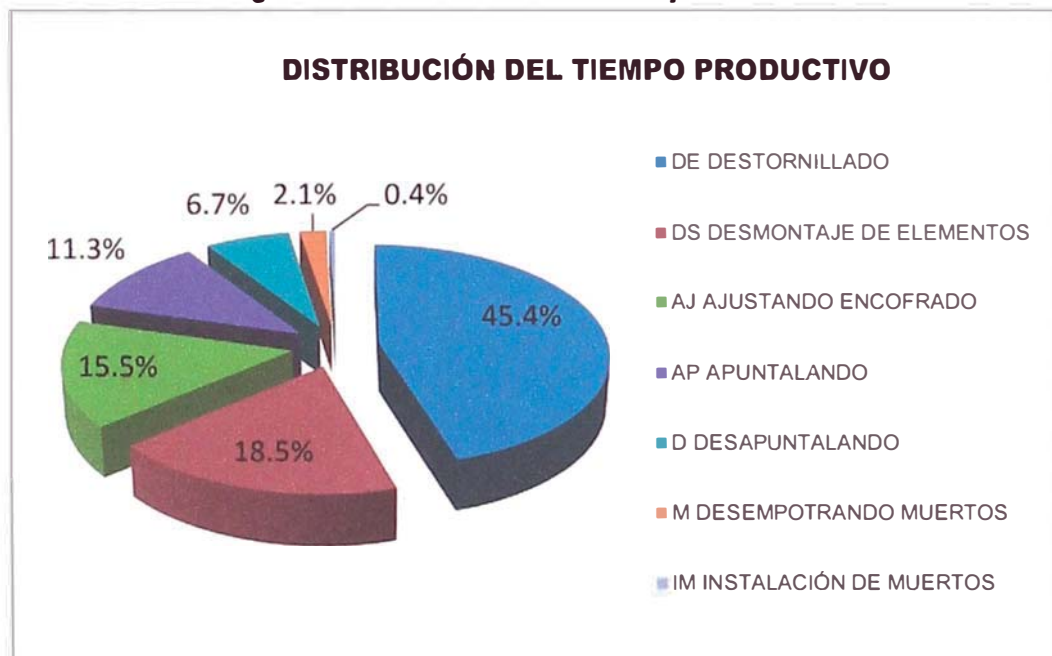
- **Procesamiento de la información**

**Cuadro N° 9.- Trabajos productivos de la toma de datos**

TP	TRABAJO PRODUCTIVO	238	100.0%
DE	DESTORNILLADO	108	45.4%
DS	DESMONTAJE DE ELEMENTOS	44	18.5%
AJ	AJUSTANDO ENCOFRADO	37	15.5%
AP	APUNTALANDO	27	11.3%
D	DESAPUNTALANDO	16	6.7%
M	DESEMPOTRANDO MUERTOS	5	2.1%
IM	INSTALACIÓN DE MUERTOS	1	0.4%

(Fuente: Cosapi S.A)

**Figura N° 3.- Distribución de los Trabajos Productivos**



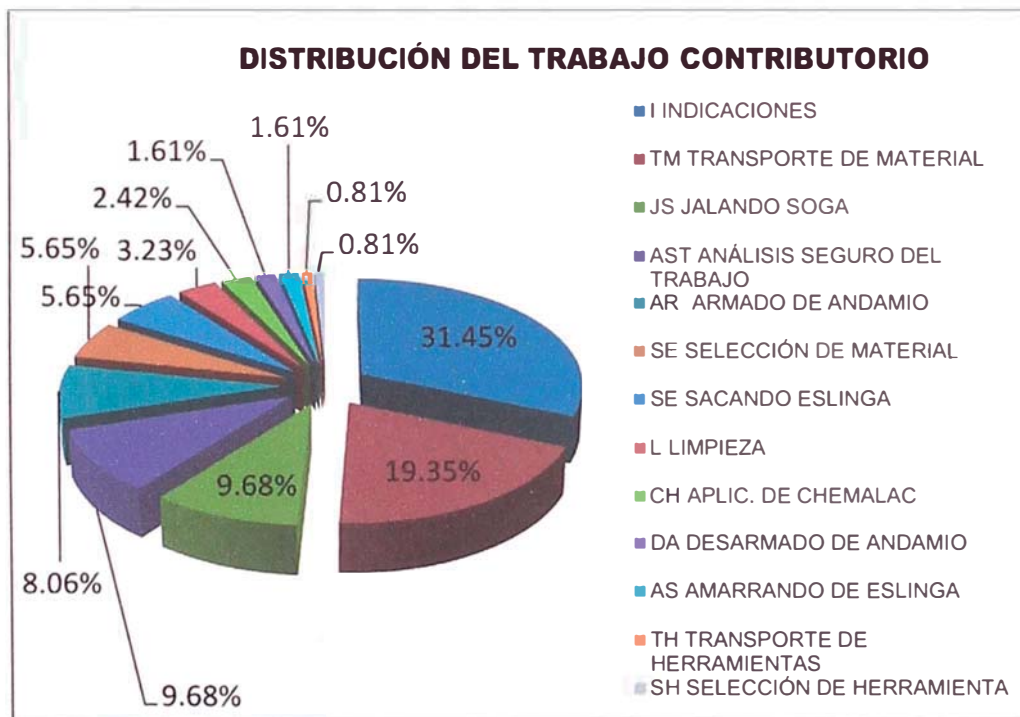
(Fuente: Cosapi S.A)

El cuadro N° 9, presenta el resumen de las cantidades y porcentajes de los trabajos productivos y la Figura N°3, presentan el gráfico de los porcentajes obtenidos.

**Cuadro N° 10.- Trabajos Contributorios de la toma de datos**

TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO	124	100.00%
I	INDICACIONES	39	31.45%
TM	TRANSPORTE DE MATERIAL	24	19.35%
JS	JALANDO SOGA	12	9.68%
AST	ANÁLISIS SEGURO DEL TRABAJO	12	9.68%
AR	ARMADO DE ANDAMIO	10	8.06%
SE	SELECCIÓN DE MATERIAL	7	5.65%
SE	SACANDO ESLINGA	7	5.65%
L	LIMPIEZA	4	3.23%
CH	APLIC. DE CHEMALAC	3	2.42%
DA	DESARMADO DE ANDAMIO	2	1.61%
AS	AMARRANDO DE ESLINGA	2	1.61%
TH	TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS	1	0.81%
SH	SELECCIÓN DE HERRAMIENTA	1	0.81%

(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 4.- Distribución de los Trabajos Contributorios**

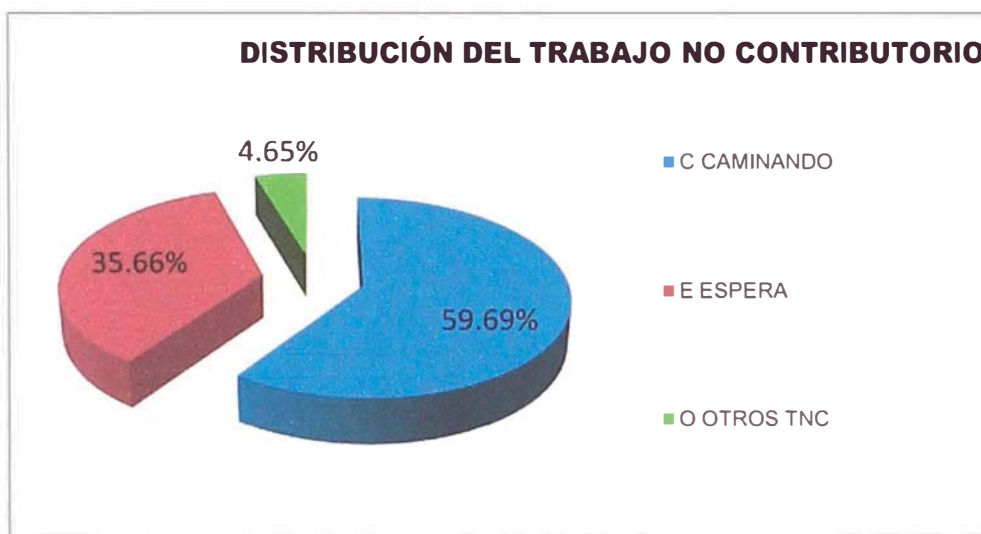
(Fuente: Cosapi S.A)

El cuadro N° 10, presenta el resumen de las cantidades y porcentajes de los trabajos contributorios y la Figura N°4, presentan el gráfico de los porcentajes obtenidos.

**Cuadro N° 11.- Trabajos No Contributivos de la toma de datos**

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	129	100.00%
C	CAMINANDO	77	59.69%
E	ESPERA	46	35.66%
O	OTROS TNC	6	4.65%

(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 5.- Distribución de los Trabajos No Contributivos**

(Fuente: Cosapi S.A)

El cuadro N° 11, presenta el resumen de las cantidades y porcentajes de los trabajos no contributivos y la Figura N°5, presentan el gráfico de los porcentajes obtenidos.

- **Cuadro Resumen.**

**Cuadro N° 12.- Resumen de la toma de datos**

Tipo Trabajo	Porcentaje
TP	48.47%
TC	25.25%
TNC	26.27%

(Fuente: Cosapi S.A)

El cuadro N° 12, presenta el resumen total en porcentaje de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos.

**Cuadro N° 13.- Resumen de los porcentajes de tiempo de la toma de datos**

TIPO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	# DE MUESTRAS	%
<b>TP</b>	<b>DS</b> DESMONTAJE DE ELEMENTOS	108	22%
	<b>DE</b> DESTORNILLADO	44	9%
	<b>D</b> DESAPUNTALANDO	37	8%
	<b>M</b> DESEMPOTRANDO MUERTOS	27	5%
	<b>AJ</b> AJUSTANDO ENCOFRADO	16	3%
	<b>IM</b> INSTALACIÓN DE MUERTOS	5	1%
	<b>AP</b> APUNTALANDO	1	0%
<b>TC</b>	<b>I</b> INDICACIONES	39	8%
	<b>L</b> LIMPIEZA	24	5%
	<b>TM</b> TRANSPORTE DE MATERIAL	12	2%
	<b>AST</b> ANALISIS SEGURO DEL TRABAJO	12	2%
	<b>TH</b> TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS	10	2%
	<b>AR</b> ARMADO DE ANDAMIO	7	1%
	<b>DA</b> DESARMADO DE ANDAMIO	7	1%
	<b>SE</b> SELECCIÓN DE MATERIAL	4	1%
	<b>CH</b> APLIC. DE CHEMALAC	3	1%
	<b>AS</b> AMARRANDO DE ESLINGA	2	0%
	<b>SE</b> SACANDO ESLINGA	2	0%
	<b>JS</b> JALANDO SOGA	1	0%
	<b>SH</b> SELECCIÓN DE HERRAMIENTA	1	0%
<b>TNC</b>	<b>C</b> CAMINANDO	77	16%
	<b>E</b> ESPERA	46	9%
	<b>O</b> OTROS TNC	6	1%
<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>		<b>491</b>	<b>100%</b>

(Fuente: Cosapi S.A)

El cuadro N° 13, presenta el resumen total de las cantidades y porcentajes de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios.

- **Comentarios del Estudio.**

- ✓ **Alcance del Trabajo.**

El trabajo consistió en desencofrar y encofrar 3 paños de 3.6m x 5.00m, cada una.

Actividad : Encofrado y Desencofrado

Clima : Frío /3,200 m.s.n.m.

Metrado : 54.00 m2 (Encofrado y Desencofrado).

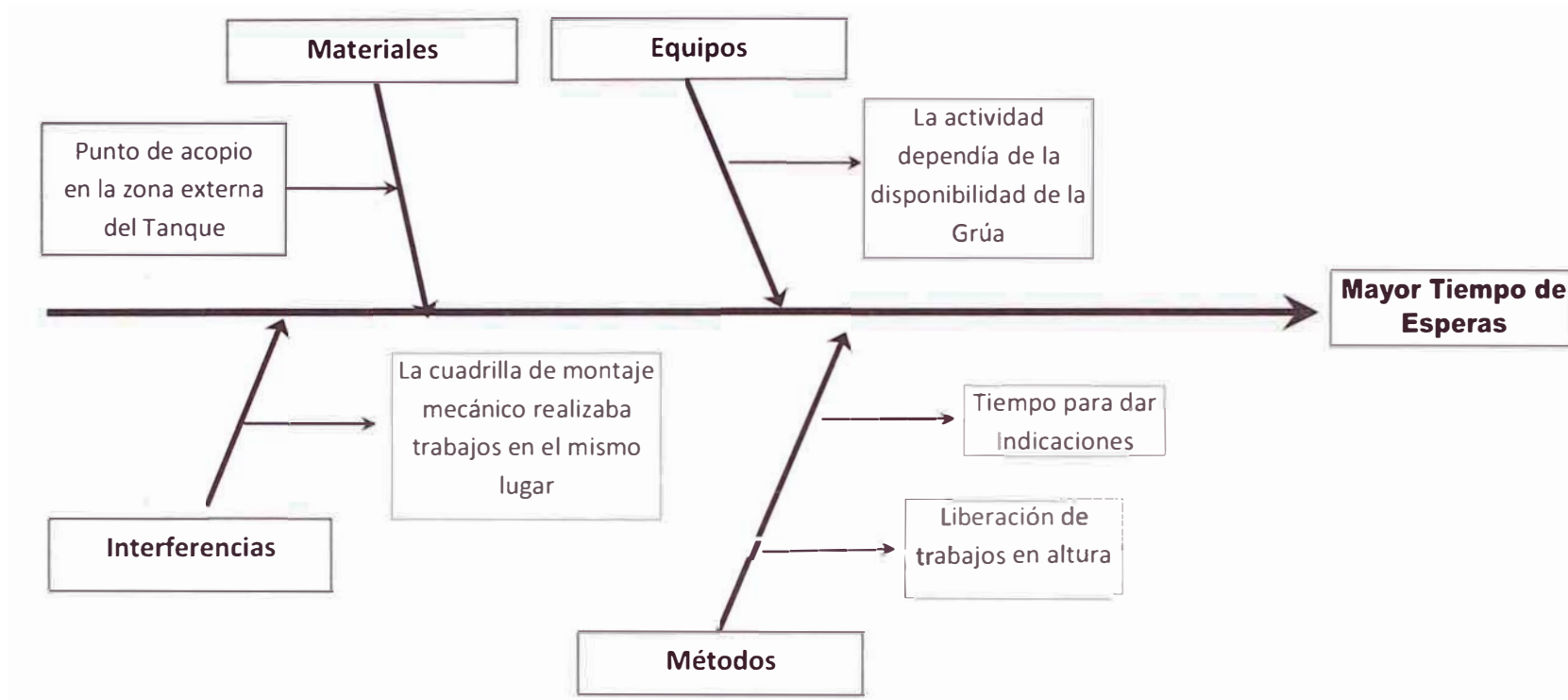
- ✓ **Método Constructivo.**

- El trabajo inicia con las actividades previas para el desencofrado, como por ejemplo el destornillado, desmontaje de elementos del encofrado metálico, desapuntalado y desmontaje de los muertos.
- El desencofrado inicia con el desmontaje de los tensores y después con el apoyo de la grúa procedemos con el ajuste de las eslingas al encofrado metálico, seguidamente la grúa comienza a elevar la estructura.
- El encofrado comienza con la aplicación de chemalac (Desmoldante) en la superficie interna del encofrado metálico, luego la grúa procede a mover el encofrado hasta su nueva ubicación, para que los trabajadores comienza con el apuntalado y ajuste del encofrado con los tensores.

- ✓ **Cuadrilla:**

- Desencofrado : 4 Persona (2 operarios + 1 Oficial + 1 Ayudante).
- Encofrado : 6 personas (3 Operarios+ 2 Oficiales + 1Ayudante)

### Diagrama de Causa - Efecto – Encofrado y Desencofrado



Del diagrama mostrado se puede comentar, que la principal causa para generar mayores tiempos de espera, fue la dependencia de la disponibilidad de la Grúa, porque en paralelo se realizaban trabajos mecánicos con en el mismo equipo y en la misma zona de trabajo.

✓ **Análisis de la productividad obtenida:****Cuadro N° 14.- Productividad obtenida en el muestreo del trabajo**

Ítem	Descripción	Und	Día
01.-	<b>Desencofrado y Encofrado</b>		
	Producción día	m2	54.00
	Horas Hombre	hh	48.00
	<b>Productividad del día</b>	<b>hh/m2</b>	<b>0.89</b>
	<b>Productividad presupuestada</b>	<b>hh/m2</b>	<b>2.40</b>

(Fuente: Cosapi S.A)

**Nota:** Productividad del día= Horas Hombre/ Producción día

Productividad Presupuestada= Se obtiene del APU del presupuesto.

**Resultado Óptimo:****Productividad de día <= Productividad presupuestada****0.89 hh/m2 <= 2.40 hh/m2**✓ **Comentarios:**

- Del Cuadro N° 14, se puede ver que la productividad obtenida por nuestros trabajadores es mejor que lo presupuestado, sin embargo, la productividad del presupuesto está calculado de manera similar para encofrar toda la estructura del tanque, pero en la realidad la productividad de las componentes del tanque ( muros, Uñas de anclaje, sobrecimientos, losa de piso) son muy distintos.
- La productividad obtenida, pudo haber sido mejor, si la grúa hubiera estado mayor tiempo con las actividades civiles, sin embargo, la grúa apoyaba en trabajos mecánicos (Montaje de tubería), es por ello que se ha generado un alto porcentaje de tiempos no contributivos, como por ejemplo los tiempos de espera, y caminando los cuales representan el 9 % y 16% respectivamente.

✓ **Observaciones:**

- Se ha podido observar que se ha utilizado 60% de todo el tiempo no contributivo en tiempos para caminar, esto a razón de que la cuadrilla

de encofradores que trabajaban en la parte interna del sedimentador, tenía que salir a la parte externa, los momentos que la grúa estaba realizando trabajos de montaje y por seguridad no podían permanecer en esta área.

✓ **Recomendaciones:**

- Se recomienda a los ingenieros de producción, liberar todos los permisos de trabajo (como por ejemplo trabajos en altura), antes que el personal de seguridad inicie su revisión de conformidad, porque el no tener estos permisos, genera tiempos improductivos, porque los trabajadores tienen que esperar la liberación de estos trabajos, para recién poder iniciar sus labores.
  
- La Grúa debe estar disponible al 100% para la actividades civiles, con ello reduciríamos nuestros tiempos contributorios (tiempos de espera y caminando) y se lograría una mejor productividad.



## **CAPÍTULO III : PROYECCIÓN DE LA MANO DE OBRA Y CÁLCULO DEL COSTO AL FINAL DEL PROYECTO**

La proyección de la mano de obra, se va realizar con el apoyo del Informe semanal de producción (ISP), para lo cual iniciaremos este capítulo definiendo esta herramienta.

### **3.1 INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP).**

El informe semanal de producción (ISP), es una herramienta que permite diagnosticar el estado actual del proyecto a nivel de avance (Tiempo) y productividad (Costos).

Nos permite medir el desempeño de los procesos directos del proyecto con respecto al presupuesto para reconocer problemas y establecer mejoras y/o medidas correctivas oportunamente.

#### **3.1.1 Valor Ganado.**

Es una técnica usada para medir y evaluar el desempeño de los proyectos, considerando el alcance, costo y tiempo.

Esta técnica de gestión requiera la formación de una línea base integrada, con lo cual el desempeño puede ser medido en toda la duración del proyecto, comparando costos, costos reales y trabajo terminado.

#### **3.1.2 Beneficios.**

- ✓ Identificar oportunamente problemas de productividad en el proyecto.
- ✓ Identificar los procesos que requieren estudios de productividad.
- ✓ Verificar la efectividad de las mejoras implementadas.
- ✓ Proyectar las cantidades y costos de recursos para ejecutar los saldos del proyecto.
- ✓ Obtener ratios de productividad de los procesos constructivos generales o fases directas del proyecto.

### 3.1.3 Aplicación del ISP en el Proyecto

El Informe Semanal de Producción (ISP), es realizado en el proyecto, principalmente con el apoyo de los Tareos diarios de los trabajadores, en los cuales podemos encontrar la descripción de las actividades realizadas, como se muestra en la Figura N° 6.

SUPERVISOR: PARIONA SERGIO		FECHA: 06/09/2013																	
CUADRILLA: Andamiere		TRAMO:		HORARIO DE TRABAJO															
ESPECIALIDAD: Andamiere		SECTOR:		Ingeniero															
REF. GRUPO: Bernaldo Mendoza Ronald		Ingeniero:		Ingeniero															
DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS				EXTRUCTURA	FASE	FRENTE	MORAS	Un	Avance	Revolim.									
Aet. 1	Armado de andamios para montaje de tubera en CR-4				JBB														
Aet. 2	Armado de andamios para resane de CR-3				07CF														
Aet. 3	Recojo, traslado y acopio de elementos de andamios de SP-1 a almacén				020KR														
Aet. 4	Desarmado y armado de andamio en sistema de emergencia de lodos				JBB														
Aet. 5	Armado de andamio para montaje y alamamiento de viga				07KR														
Aet. 6																			
REFERENCIAS										HORAS REALES									
CONDICION	CATEGORIA	OCUPACION	DM	TRABAJADOR	Hora Ingreso	ASISTENCIA	Hora Salida	FIRMA SALIDA	1	2	3	4	5	6	M	P.S	L8	TOT.	
1	JEFE	ANDAMIERO		BERNALDO MENDOZA CARLOS		OK				4.0	3.0		3.0				10.0	10.0	
2	OPERARIO	ANDAMIERO		OBLITAS VASQUEZ LUIS		OK				2.0	2.0	2.0	2.0	2.0				10.0	10.0
3	OPERARIO	ANDAMIERO		ARAGON SANCHEZ PEDRO		OK				4.0	3.0		3.0					10.0	10.0
4	OPERARIO	ANDAMIERO		MAMANI QUISPE VICTOR		OK					4.0	3.0	3.0					10.0	10.0
5	OPERARIO	ANDAMIERO		SANDOVAL GUEVARA CESAR		OK					4.0	3.0	3.0					10.0	10.0
6	OPERARIO	ANDAMIERO		CHUNGA LOPEZ ELISEO		OK												0.0	0.0

Figura N° 6.- Parte diario de trabajo

(Fuente: Cosapi S.A)

Posteriormente esta información es digitalizada con el apoyo de una secretaria (Digitadora), para posteriormente tener una base de datos diario, con la información de todas las cuadrillas que conforman el proyecto.

En el cuadro N° 15 se presenta una parte de la base de datos obtenida con la información de los partes diarios.

**Cuadro N° 15.- Base de Datos de trabajos diarios.**

BASE DE DATOS DE TRABAJOS DIARIOS										
FECHA	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES	CATEGORIA	SUPERVISOR	CUADRILLA	JEFE DE GRUPO	ACTIVIDAD	HM	CODIGO
01/02/2013	Alanya	Cente	Germán	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	5,0	05CF
01/02/2013	Alanya	Cente	Germán	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Amorin	Arrece	Lolo Fernando	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	5,0	05CF
01/02/2013	Amorin	Arrece	Lolo Fernando	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Aragon	Nba	Richard	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	5,0	05CF
01/02/2013	Aragon	Nba	Richard	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	1,0	G
01/02/2013	Aragon	Nba	Richard	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Armado de andamio en FFP1 y 3	2,0	05CF
01/02/2013	Aragon	Nba	Richard	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	3,5	05CF
01/02/2013	Cruz	Rimayhuaman	Wliden Javier	Oper. Carpintero	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	5,0	G
01/02/2013	Cruz	Rimayhuaman	Wliden Javier	Oper. Carpintero	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Armado de andamio en FFP1 y 3	1,0	05CF
01/02/2013	Cruz	Rimayhuaman	Wliden Javier	Oper. Carpintero	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Gil	Rozas	René Julio	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	2,0	05CF
01/02/2013	Gil	Rozas	René Julio	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	2,0	G
01/02/2013	Gil	Rozas	René Julio	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Armado de andamio en FFP1 y 3	1,0	05CF
01/02/2013	Gil	Rozas	René Julio	Peón	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Huamán	Llancay	Juvenal	Ofic. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Demolición en SS1	8,5	06CF
01/02/2013	Irazabal	Ccahuana	Benjamin	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	5,0	05CF
01/02/2013	Irazabal	Ccahuana	Benjamin	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,0	05CF
01/02/2013	Irazabal	Ccahuana	Benjamin	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Apoyo al acero, colocacion de vigas	5,0	05CBB
01/02/2013	Luque	Alagon	David	Ofic. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	8,5	G
01/02/2013	Mamari	Ñaupá	Victor	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	5,0	G
01/02/2013	Mamari	Ñaupá	Victor	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Armado de andamio en FFP1 y 3	1,0	05CF
01/02/2013	Mamari	Ñaupá	Victor	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Oblitas	Quispe	Nazari	Oper. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Demolición en SS1	8,5	06CF
01/02/2013	Quispe	Zamata	Germán	Ofic. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	5,0	05CF
01/02/2013	Quispe	Zamata	Germán	Ofic. Albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	5,5	05CF
01/02/2013	Rimayhuaman	Abarca	Ceferino	Jefe albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Demolición en SS1	2,0	06CF
01/02/2013	Rimayhuaman	Abarca	Ceferino	Jefe albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Solaqueo y cortado de alambres FFP1	3,0	05CF
01/02/2013	Rimayhuaman	Abarca	Ceferino	Jefe albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Tapado de orificios de tanque FFP-2	3,0	G
01/02/2013	Rimayhuaman	Abarca	Ceferino	Jefe albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Armado de andamio en FFP1 y 3	2,0	05CF
01/02/2013	Rimayhuaman	Abarca	Ceferino	Jefe albañil	Jose Campos	Albañiles	Rimayhuaman Ab.	Vaciado de columnetas y vigas FFP-1	2,5	05CF
01/02/2013	Achuli	Curi	Crisologo	Oper. Albañil	Daniel Vilcas	Albañiles 02	Huerta Gelacio	Solaqueo y armado de andamio espesado	9,5	04CF

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 16.- Datos recopilados en la hoja de recursos para el análisis del ISP**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	ORIG	PREV	N° DE SEMANA / FECHA DE CORTE				ACUM 26/04/2015
					44	45	46	47	
					05-abr-13	12-abr-13	19-abr-13	26-abr-13	
B1	Excavación, refine y nivelación para tubería	HH	6,887.00	3,746.06	70.90	168.21	166.12	103.80	8,430.80
B2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	HH	6,137.18	4,141.74	236.00	183.00	207.75	194.00	18,309.57
B3	Relleno compactado, manual y con equipo	HH	9,017.59	17,306.02	300.50	310.50	207.00	289.50	18,234.47
B4	Relleno compactado con equipo pesado	HH	2,897.09	921.20	16.50	26.50	0.00	14.50	3,132.67
CBB	Acero	HH	32,544.26	24,035.75	374.50	238.50	333.00	316.50	53,031.40
CAB	Encofrado	HH	84,092.47	87,379.83	2,664.50	1,244.50	1,078.00	1,350.00	156,904.48
CF	Concreto	HH	52,205.33	38,008.72	1,470.50	868.00	490.00	826.50	79,836.35
CF1	Soldado	HH	3,219.34	3,538.57	9.50	23.00	35.00	0.00	2,390.00
CF2	Gaviones tipo caja y colchon	HH	7,733.16	0.00			0.00	0.00	0.00
G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	HH	12,624.30	12,435.54	30.00	8.50	122.50	33.00	26,642.50
G2	Muro de ladrillo	HH	728.26	1,786.11	0.00	0.00	0.00	20.00	3,288.00
G3	Cobertura de teja	HH	1,624.80	1,774.69	253.50	29.00	77.50	28.50	4,636.00
G4	Tuberías de PVC	HH	1,136.18	1,052.73					2,683.00
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras e impermeabilizado	HH	2,816.77	2,901.04	173.00	112.50	20.00	38.00	8,873.70
KR	Equipamiento de estructuras	HH	0.00	44,917.65	135.00	125.00	202.00	296.50	23,816.70
KR1	Instalación de media plastica	HH	366.70	24,447.94	359.00	1,056.00	854.00	998.00	21,601.00
KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)	HH	0.00	6,862.13	54.00	121.00	52.00	131.00	9,472.50

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

### COMENTARIOS:

- En el Cuadro N° 16, se ingresan los gastos incurridos semanalmente en mano de obra (HH), por ejemplo se puede apreciar las HH gastadas para las actividades mencionadas en el cuadro, de las semanas N°44, 45, 46 y 47.
- Estos gastos son recopilados en función a los partes diarios de trabajadores mostradas anteriormente en el Cuadro N° 15, dichos partes diarios son realizados por los Jefes de grupo de cada cuadrilla, y son entregados al área de administración del proyecto, los cuales a su vez son el sustento del pago semanal.
- Del Cuadro N° 16, se puede apreciar la columna con el nombre de ORIG, en dicha columna se muestra la cantidad de horas hombre presupuestadas originalmente para todo el metrado de nuestro presupuesto contractual, de cada una de las actividades mencionadas en dicho cuadro.
- La columna con el nombre de PREV, contiene la cantidad de horas hombre presupuestadas para todo el metrado nuevo, obtenido después de revisar los planos finales del proyecto.
- La columna con el nombre de ACUM, contiene la cantidad acumulada de horas hombre gastadas hasta la fecha de corte del ISP.

**Cuadro N° 17.- Datos Recopilados en la hoja de producción para el análisis del ISP**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	ORIG	PREV	N° DE SEMANA / FECHA DE CORTE				ACUM 26/04/2015
					44	45	46	47	
					05-abr-13	12-abr-13	19-abr-13	26-abr-13	
B1	Excavación, refine y nivelación para tubería	m	3,553.50	2,731.50	0.00	0.00	17,74	85.56	<b>2,731.50</b>
B2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	m3	33,093.47	24,363.20	0.00	12.37	114.00	0.88	<b>24,314.72</b>
B3	Relleno compactado, manual y con equipo	m3	8,242.77	17,096.97	263.19	158.13	226.94	530.59	<b>16,927.12</b>
B4	Relleno compactado con equipo pesado	m3	8,900.26	2,830.04	205.00	175.00	0.00	60.00	<b>2,830.04</b>
CBB	Acero	kg	656,071.71	480,714.96	2,436.00	2,483.70	2,864.40	1,957.20	<b>479,500.00</b>
CAB	Encofrado	m2	32,566.85	33,928.40	794.23	242.55	184.22	292.74	<b>33,915.09</b>
CF	Concreto	m3	10,092.44	8,717.60	175.87	28.95	40.75	41.18	<b>8,658.15</b>
CF1	Solado	m2	9,126.24	10,181.63	40.00	55.00	170.00	0.00	<b>10,002.31</b>
G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	m2	3,097.92	5,516.16	0.00	4.10	22.69	37.46	<b>4,855.02</b>
G2	Muro de ladrillo	m2	416.15	1,020.63	0.00	0.00	0.00	2.62	<b>1,020.43</b>
G3	Cobertura de teja	m2	1,577.48	1,723.00	98.00	10.00	44.50	6.00	<b>1,686.45</b>
G4	Tuberías de PVC	Glb	1.00	1.00					<b>0.92</b>
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras e impermeabilizado	Glb	18.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>12.85</b>
CF2	Gaviones tipo caja y colchon	m2	660.00	0.00			0.00	0.00	<b>0.00</b>
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	0.00	25.50	0.64	0.00	0.20	0.12	<b>19.63</b>
KR1	Instalación de media plastica	m3	12,223.97	12,223.97	0.00	663.80	585.93	630.74	<b>12,223.97</b>
KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)	m	0.00	450.00	1.70	3.81	1.64	4.12	<b>314.21</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

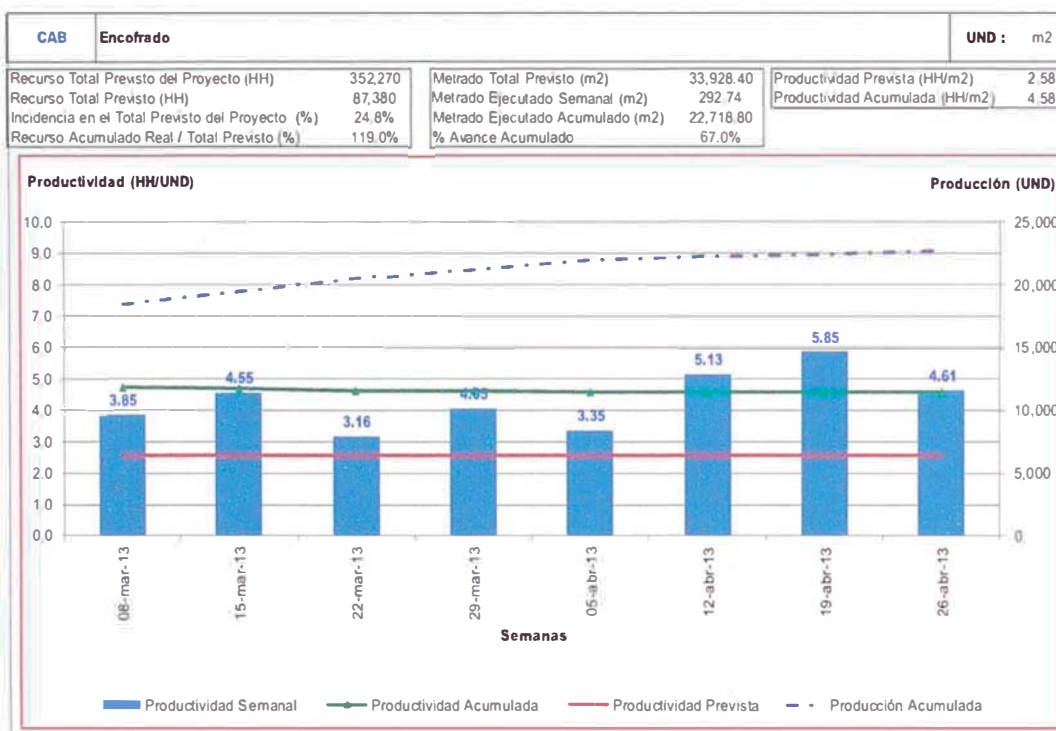
### COMENTARIOS:

- En el Cuadro N° 17, se ingresan los metrados avance semanalmente, por ejemplo se puede apreciar los avances de las actividades controladas, de las semanas N°44, 45, 46 y 47.
- Estos avances son reportados semanalmente por el área de producción del proyecto (Producción Civil, Mecánica y Eléctrica)
- Del Cuadro N° 17, se puede apreciar la columna con el nombre de ORIG, en dicha columna se muestra los metrados contractuales totales, de cada una de las actividades controladas.
- La columna con el nombre de PREV, contiene los metrados totales obtenidas con los planos finales del proyecto.
- La columna con el nombre de ACUM, contiene la cantidad acumulada de los metrados avance, hasta la fecha de corte del ISP.

**Cuadro N° 18.- Análisis de resultados del proceso CAB**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	PREV	44	45	46	47	SEM	ACUM 26/04/2015
				05-abr-13	12-abr-13	19-abr-13	26-abr-13		
<b>CAB</b>	<b>Encofrado</b>	<b>m2</b>							
	Producción Semanal	m2		794.23	242.55	184.22	292.74	292.74	22.718,80
	Producción Acumulada	m2	33,928.40	21,999.30	22,241.84	22,426.06	22,718.80		
	Recursos Semanal	HH		2,664.50	1,244.50	1,078.00	1,350.00	1,350.00	103,972.93
	Recursos Acumulado	HH	87,379.83	100,300.43	101,544.93	102,622.93	103,972.93		
	Productividad Semanal	HH/m2		3.35	5.13	5.85	4.61		
	<b>Productividad Acumulada</b>	<b>HH/m2</b>	<b>2.58</b>	<b>4.56</b>	<b>4.57</b>	<b>4.58</b>	<b>4.58</b>		
	<b>Productividad Prevista</b>	<b>HH/m2</b>	<b>2.58</b>	<b>2.58</b>	<b>2.58</b>	<b>2.58</b>	<b>2.58</b>		

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)



**Figura N° 7.- Resultados de la productividad por semana del proceso CAB**

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

El Cuadro N° 18, es un cuadro resumen de la actividad con código CAB, en donde podemos apreciar nuestra producción semanal y acumulada, nuestros recursos gastados semanalmente y acumulado de las semanas N° 44,45,46 y 47, con estas informaciones, se procede a calcular la productividad semanal y acumulada.

De los resultados obtenidos para esta actividad podemos mencionar que la productividad acumulada real es 2.00 (hh/m2) mayor que el previsto o presupuestado, esto quiere decir que estamos gastando mayores recursos para producir una unidad de producción, en pocas palabras estamos gastando más que lo que nos pagan.



En la columna PREV, encontraremos el metrado y las HH totales a emplear según el presupuesto, para esta actividad.

La figura N° 07, nos muestra de manera gráfica la productividad de las semanas en estudio, lo ocurrido en las anteriores y las tendencias de los acumulados; en base a ello podemos analizar cómo se ha ido desarrollando la actividad e indicar las desviaciones que se están generando en comparación a la productividad presupuestada, el cual es constante a lo largo del tiempo.

**Cuadro N° 19.- Actividades controladas en el ISP**

<b>ACTIVIDADES CONTROLADAS EN EL ISP</b>			
<b>CÓD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>ALCANCE</b>
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>			
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>			
B1	Excavación, refine y nivelación para tubería	m	Excavación, refine y nivelación de zanja par tubería, eliminación de material, bombeo de agua producto de lluvias y el nivel freático.
B2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	m3	Excavación masiva, excavación de zanja para estructuras, eliminación de material excavado y demolido, bombeo de agua producto de lluvias y el nivel freático, mejoramiento de accesos.
B3	Relleno compactado, manual y con equipo	m3	Aplicación de bitumen, relleno y compactación para zanjas de tuberías y estructuras, colocación de over y cámara de arena, traslado de material de un punto de acopio.
B4	Relleno compactado con equipo pesado	m3	Relleno compactado con equipo pesado, colocación de over y aplicación de bitumen.
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>			
CBB	Acero	kg	Descarga de acero, selección de material, Habilitado de acero, Transporte de material, armado de andamios para colocar acero en estructuras altas y propiamente la actividad de colocado.
CAB	Encofrado	m2	Descarga de material, acopio de encofrado, transporte de material, habilitado de encofrado, colocación de wáter stop, habilitación de extensiones para toma de energía, armado de andamio, chemado de paneles, Encofrado y desencofrado de estructuras, limpieza de material.
CF	Concreto	m3	Vaciado de concreto, habilitación de extensiones para toma de energía, juntas, solaqueo y resane de estructuras, pircado de piedra, amado de andamios y fabricación de escantillones para recubrimiento de acero.
CF1	Solado	m2	Vaciado de concreto para solado.
<b>ARQUITECTURA</b>			
G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	m2	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, armado de andamios para trabajos de tarrajeo, pintura y montaje de estructuras metálicas, fabricación y montaje de estructuras metálicas, actividades de acabado ( Colocación de mayólica, derrame de puertas y ventanas), escarificado de concreto para montaje de estructuras metálicas.
G2	Muro de ladrillo	m2	Transporte de material, armado de andamio, asentado de ladrillo.

G3	Cobertura de teja	m2	Transporte de material, armado de andamio, asentado de teja, habilitación de extensiones para toma de energía.
G4	Tuberías de PVC	Glb	Incluye la fabricación, instalación de las tuberías de PVC para las redes de agua potable y alcantarillado de edificaciones y redes exteriores.
<b>VARIOS</b>			
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras e impermeabilizado	Glb	Impermeabilizado de estructuras, armado de andamio para impermeabilizar, bombeo y desaguado de estructuras para realizar la prueba hidráulica.
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>			
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>			
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	Instalación y prueba de tuberías pertenecientes al equipo, Montaje de equipos para estructuras, armado de andamios para montaje de tuberías y equipos, fabricación de abrazaderas y soportes.
KR1	Instalación de media plástica	m3	Trasporte de media filtrante, corte y montaje de media.
KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)	m	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)
XKR1	Montaje de equipos ( Apoyo aguas latinas)	Glb	Actividades de apoyo a nuestro subcontratista aguas latinas, para desarrollar actividades de equipamiento de estructuras respecto a su alcance.
XKR2	Fabricación de media plástica ( Apoyo aguas latinas)	m3	Pegado, traslado y acopio de medias filtrantes.
<b>MONTAJE TUBERÍAS</b>			
JBB1	Tubería HD ( Instal. y prueba)	m	Actividades de habilitado, transporte, montaje y prueba hidráulica de tubería HD.
JBB2	Tubería GRP ( Instal. y prueba)	m	Actividades de habilitado, transporte, montaje y prueba hidráulica de tubería GRP.
JBB3	Tubería HDPE ( Instal. y prueba)	m	Actividades de habilitado, transporte, montaje y prueba hidráulica de tubería HDPE.
<b>ESPECIALIDAD ELÉCTRICA</b>			
<b>TRABAJOS ELÉCTRICOS</b>			
KR3	Canalización ( Inst. de tuberías, cajas de paso, luminaria, todos los puntos de salida, picado,etc)	Glb	Incluye actividades de instalación de tuberías, cajas de paso, luminaria, todos los puntos de salida, picado, etc.
KR4	Cables Eléctricos ( TW, THW, etc)	m	Incluye actividades de instalación de cables eléctricos tipo TW, THW, etc.
KR5	Instalación de Cable NYY	m	Incluye actividades de instalación de cables eléctricos tipo NYY

KR6	Pozo a tierra (Excavación, relleno con Bentonita e instalación de varilla Copperweld)	Und	Incluye actividades de excavación, relleno con Bentonita e instalación de varilla Copperweld, para los pozos a tierra.
KR7	Excavación y relleno de alimentadores	m	Incluye actividades de excavación y relleno de alimentadores.
KR8	Instalación de tableros	Und	Incluye actividades de instalación de tableros.
KR9	Otros trabajos eléctricos ( Postes, pastorales, transformadores, etc)	Glb	Incluye Otros trabajos eléctricos ( Postes, pastorales, transformadores, etc)
<b>TRABAJOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>			
XL1	Instalación de Cable para Profibus DP	m	Instalación de Cable para Profibus DP
XL2	Instalación de Cable de Fibra Óptica	m	Instalación de Cable de Fibra Óptica
XL3	Instrumentación (Canalización, conexionado, excavación, otros cables, etc)	Glb	Instrumentación (Canalización, conexionado, excavación, otros cables, etc)
<b>VARIOS (PROCESOS NO CONTROLADOS, ADICIONALES, ETC.)</b>			
G	Generales	Glb	Actividades de administración, SSOMA, Talleres y Obras Provisionales.
XAE	Plan de manejo ambiental	Glb	Actividades para el manejo ambiental.
AG	Topografía	Glb	Actividades topográficas.
AA	Demolición de estructuras	Glb	Todas las actividades de demolición.
Y	Trabajos en tubería inoxidable y otros trabajos adicionales	Glb	Algunas actividades con partida nueva.
P	Puesta en marcha	Glb	Todas las actividades de puesta en marcha.

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

El Cuadro N° 19, presenta los agrupamientos a ser controladas en el ISP, así como una breve descripción de las actividades que la componen.

**Cuadro N° 20.- Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP**

PROCESOS				METRADO					RATIO (HH / UND)			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	TOTAL		EJECUTADO	% AVANCE	SALDO	ORIG	PREV	ACUM	SALDO
				ORIG	PREV	ACUM	ACUM	PROY				PROY
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>												
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>												
B1	Excavación, refino y nivelación para tubería	m	1,1%	3,554	2,732	2,063	75,5%	669	1,94	1,37	2,76	2,76
B2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	m3	1,2%	33,093	24,363	23,041	94,6%	1,322	0,19	0,17	0,59	0,59
B3	Relleno compactado, manual y con equipo	m3	4,9%	8,243	17,097	10,939	64,0%	6,157	1,09	1,01	1,08	1,08
B4	Relleno compactado con equipo pesado	m3	0,3%	8,900	2,830	2,436	86,1%	394	0,33	0,33	1,01	1,01
			7,4%									SUB TOTAL
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>												
CBB	Acero	kg	6,8%	656,072	480,715	344,343	71,6%	136,371	0,05	0,05	0,11	0,11
CAB	Encofrado	m2	24,8%	32,567	33,928	22,719	67,0%	11,210	2,58	2,58	4,58	4,58
CF	Concreto	m3	10,8%	10,092	8,718	5,733	65,8%	2,984	5,17	4,36	8,35	8,35
CF1	Solado	m2	1,0%	9,126	10,182	7,987	78,4%	2,194	0,35	0,35	0,21	0,21
CF2	Gaviones tipo caja y colchon	m2	0,0%	660	0	0	0,0%	0	11,72	0,00	0,00	0,00
			43,4%									SUB TOTAL
<b>ARQUITECTURA</b>												
G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	m2	3,5%	3,098	5,516	1,134	20,6%	4,382	4,08	2,25	4,36	4,36
G2	Muro de ladrillo	m2	0,5%	416	1,021	381	37,4%	639	1,75	1,75	2,98	2,98
G3	Cobertura de teja	m2	0,5%	1,577	1,723	853	49,5%	870	1,03	1,03	2,26	2,26
G4	Tubenas de PVC	Glb	0,3%	1	1	0	0,0%	1	1,136,18	1,052,73	0,00	1,052,73
			4,8%									SUB TOTAL
<b>VARIOS</b>												
AJ	Prueba hidráulica de estructuras e impermeabilizado	Glb	0,8%	18	18	3	16,7%	15	156,49	161,17	480,17	480,17
			0,8%									SUB TOTAL
			56,5%									

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 21.- Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP**

PROCESOS				METRADO					RATIO (HH / UND)			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	TOTAL		EJECUTADO	% AVANCE	SALDO	ORIG	PREV	ACUM	SALDO
				ORIG	PREV	ACUM	ACUM	PROY				PROY
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>												
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>												
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	12.8%	0	26	2	8.7%	23	0.00	1,761.48	749.63	1,208.11
KR1	Instalación de media plastica	m3	6.9%	12,224	12,224	2,332	19.1%	9,892	0.03	2.00	2.29	2.29
KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)	m	1.9%	0	450	213	47.4%	237	0.00	15.25	31.78	31.78
XKR1	Montaje de equipos ( Apoyo aguas latinas)	Glb	2.1%	37	12	1.20	10.4%	10.30	1,918.57	658.10	1,480.55	1,480.55
XKR2	Fabricación de media plastica ( Apoyo aguas latinas)	m3	3.3%	12,224	12,224	3,761	30.8%	8,463	0.03	0.94	0.94	0.94
				27.0%								SUB TOTAL
<b>MONTAJE TUBERÍAS</b>												
JBB1	Tubería HD ( Instal. y prueba)	m	0.9%	2,187	1,499	501	33.4%	998	2.17	2.15	13.42	10.00
JBB2	Tubería GRP ( Instal. y prueba)	m	1.0%	718	811	652	80.4%	159	4.33	4.36	5.04	5.04
JBB3	Tubería HDPE ( Instal. y prueba)	m	1.2%	1,425	1,683	1,105	65.7%	578	2.44	2.44	2.31	2.31
				3.1%								SUB TOTAL
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>			<b>30.1%</b>									

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 22.- Hoja Resumen de metrado y productividad del ISP**

PROCESOS				METRADO					RATIO (HH / UND)			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	TOTAL		EJECUTADO	% AVANCE	SALDO	ORIG	PREV	ACUM	SALDO
				ORIG	PREV	ACUM	ACUM	PROY				PROY
<b>ESPECIALIDAD ELÉCTRICA</b>												
<b>TRABAJOS ELÉCTRICOS</b>												
KR3	Canalización ( Inst. de tuberías, cajas de paso, luminaria, todos los puntos de salida, picado,etc)	Glb	2.2%	1	1	0	0.0%	1	8,906.40	7,719.31	0.00	7,719.31
KR4	Cables Eléctricos ( TW, THW, etc)	m	0.3%	24,660	34,765	0	0.0%	34,765	0.03	0.03	0.00	0.03
KR5	Instalación de Cable NYY	m	0.0%	17,318	3,718	0	0.0%	3,718	0.02	0.02	0.00	0.02
KR6	Pozo a tierra (Excavación, relleno con Bentonita e instalación de vaina Copperweld)	Und	0.2%	21	26	0	0.0%	26	32.66	28.87	0.00	28.87
KR7	Excavación y relleno de alimentadores	m	0.1%	415	415	0	0.0%	415	0.60	0.51	0.00	0.51
KR8	Instalación de tableros	Und	0.5%	25	22	0	0.0%	22	105.30	80.85	0.00	80.85
KR9	Otros trabajos eléctricos ( Postes, pastorales, transformadores, etc)	Glb	1.1%	1	1	0	0.0%	1	3,997.39	4,042.23	0.00	4,042.23
			4.5%									SUB TOTAL
<b>TRABAJOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>												
XL1	Instalación de Cable para Profibus DP	m	0.1%	0	1,341	0	0.0%	1,341	0.00	0.22	0.00	0.22
XL2	Instalación de Cable de Fibra Optica	m	0.2%	2,000	2,000	0	0.0%	2,000	0.32	0.32	0.00	0.32
XL3	Instrumentación (Canalización. conexionado, excavación, otros cables, etc)	Glb	6.4%	1	1	0	0.0%	1	10,971.43	22,413.24	0.00	22,413.24
			6.6%									SUB TOTAL
<b>ESPECIALIDAD ELÉCTRICA</b>			<b>11.1%</b>									
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (ISP)</b>			<b>97.7%</b>									
<b>VARIOS (PROCESOS NO CONTROLADOS, ADICIONALES, ETC.)</b>			<b>2.3%</b>									
<b>TOTAL DIRECTO DEL PROYECTO</b>			<b>100%</b>									<b>TOTAL</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

### COMENTARIOS:

- ❖ Los cuadros N° 20, 21 y 22, forman parte de la hoja de resumen final, en la cual podemos ver de manera macro a todos los procesos identificados al inicio de la elaboración del ISP.
- ❖ En la columna INC, encontraremos las incidencias, es decir el porcentaje que representa las HH de cada actividad respecto a las HH totales del presupuesto.
- ❖ Estos cuadros nos muestran, las actividades, los metrados y ratios (Productividad) originales, previstos, y reales tanto de la semana como el acumulado, así como sus respectivos saldos. Los metrados y ratios originales, son obtenidos del presupuesto contractual, mientras que el metrado y ratio previsto, es obtenido con los planos y presupuesto final del proyecto, los metrados y ratios reales, son generados semanalmente en base a los avances reales y los recursos que vamos gastando (HH).
- ❖ Los saldos serán calculados tomando en cuenta los previstos, ya que estos serán las nuevas metas totales.
- ❖ Para las proyecciones de cómo sería el costo total del proceso al término de su metrado, se tomará la productividad acumulado a la fecha, siempre y cuando su avance acumulado sea diferente de cero, y de ser cero se proyectará con la productividad prevista.
- ❖ Al final del cuadro N° 22, podemos observar que la suma de los procesos controlados es de 97.7% del presupuesto interno, siendo lo recomendado según el Principio de Pareto del 80%. Estas actividades controladas son los más incidentes del proyecto en la parte económica.



**Cuadro N° 23.- Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP**

CÓDIGO	PROCESOS				ANÁLISIS DEL VALOR GANADO								
	DESCRIPCIÓN	UND	INC	HH ACUMULADO			CPI	HH SALDO PROY	HH TOTAL				
				PREV	REAL	VAR			ORIG	PREV	PROY	VAR	
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>													
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>													
B1	Excavación, refino y nivelación para tubería	m	1.1%	2,829	5,689	-2,860	0.50	1,844	6,887	3,746	7,533	-3,787	
B2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	m3	1.2%	3,917	13,620	-9,703	0.29	782	6,137	4,142	14,401	-10,260	
B3	Relleno compactado, manual y con equipo	m3	4.9%	11,073	11,847	-774	0.93	6,668	9,018	17,306	18,515	-1,209	
B4	Relleno compactado con equipo pesado	m3	0.3%	793	2,457	-1,664	0.32	397	2,897	921	2,855	-1,933	
				7.4%	18,612	33,613	-15,001	0.55	9,691	24,939	26,115	43,304	-17,189
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>													
CBB	Acero	kg	6.8%	17,217	38,234	-21,017	0.45	15,142	32,544	24,036	53,376	-29,341	
CAB	Encofrado	m2	24.8%	58,510	103,973	-45,463	0.56	51,301	84,092	87,380	155,274	-67,894	
CF	Concreto	m3	10.8%	24,997	47,864	-22,867	0.52	24,915	52,205	38,009	72,779	-34,770	
CF1	Solado	m2	1.0%	2,776	1,708	1,068	1.63	469	3,219	3,539	2,177	1,361	
CF2	Gaviones tipo caja y colchon	m2	0.0%	0	0	0		0	7,733	0	0	0	
				43.4%	103,500	191,779	-88,279	0.54	91,828	179,795	152,963	283,607	-130,644
<b>ARQUITECTURA</b>													
G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	m2	3.5%	2,557	4,943	-2,386	0.52	19,093	12,624	12,436	24,036	-11,601	
G2	Muro de ladrillo	m2	0.5%	668	1,138	-470	0.59	1,906	728	1,786	3,043	-1,257	
G3	Cobertura de teja	m2	0.5%	879	1,925	-1,046	0.46	1,963	1,625	1,775	3,887	-2,113	
G4	Tuberías de PVC	Glb	0.3%	0	0	0		1,053	1,136	1,053	1,053	0	
				4.8%	4,104	8,005	-3,902	0.51	24,015	16,114	17,049	32,020	-14,971
<b>VARIOS</b>													
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras e impermeabilizado	Glb	0.8%	484	1,441	-957	0.34	7,203	2,817	2,901	8,643	-5,742	
				0.8%	484	1,441	-957	0.34	7,203	2,817	2,901	8,643	-5,742
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>				<b>56.5%</b>	<b>126,700</b>	<b>234,838</b>	<b>-108,138</b>	<b>0.54</b>	<b>132,736</b>	<b>223,664</b>	<b>199,028</b>	<b>367,573</b>	<b>-168,545</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 24.- Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP**

PROCESOS				ANÁLISIS DEL VALOR GANADO									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	HH ACUMULADO			CPI	HH SALDO	HH TOTAL				
				PREV	REAL	VAR		PROY	ORIG	PREV	PROY	VAR	
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>													
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>													
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	12.8%	3,928	1,672	2,256	2.35	28,113	0	44,918	29,785	15,133	
KR1	Instalación de media plastica	m3	6.9%	4,663	5,340	-677	0.87	22,655	367	24,448	27,995	-3,547	
KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool,etc)	m	1.9%	3,254	6,782	-3,528	0.48	7,518	0	6,862	14,300	-7,438	
XXR1	Montaje de equipos ( Apoyo aguas latinas)	Glb	2.1%	790	1,777	-987	0.44	15,249	70,987	7,568	17,026	-9,458	
XXR2	Fabricación de media plastica ( Apoyo aguas latinas)	m3	3.3%	3,535	3,541	-5	1.00	7,967	367	11,491	11,507	-17	
				27.0%	16,171	19,111	-2,940	0.85	81,503	71,720	95,286	100,614	-5,328
<b>MONTAJE TUBERÍAS</b>													
JBB1	Tuberia HD ( Instal. y prueba)	m	0.9%	1,079	6,720	-5,641	0.16	9,981	4,755	3,229	16,701	-13,472	
JBB2	Tuberia GRP ( Instal. y prueba)	m	1.0%	2,844	3,287	-443	0.87	803	3,106	3,539	4,090	-552	
JBB3	Tuberia HDPE ( Instal. y prueba)	m	1.2%	2,701	2,547	154	1.06	1,332	3,475	4,114	3,879	235	
				3.1%	6,624	12,554	-5,930	0.53	12,117	11,336	10,882	24,671	-13,789
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>			<b>30.1%</b>	<b>22,794</b>	<b>31,665</b>	<b>-8,870</b>	<b>0.72</b>	<b>93,620</b>	<b>83,057</b>	<b>106,168</b>	<b>125,285</b>	<b>-19,116</b>	

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 25.- Hoja Resumen del Valor Ganado del ISP**

PROCESOS				ANÁLISIS DEL VALOR GANADO								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	HH ACUMULADO			CPI	HH SALDO	HH TOTAL			
				PREV	REAL	VAR		PROY	ORIG	PREV	PROY	VAR
<b>ESPECIALIDAD ELECTRICA</b>												
<b>TRABAJOS ELÉCTRICOS</b>												
KR3	Canalización ( Inst. de tuberías, cajas de paso, luminaria, todos los puntos de salida, picado,etc)	Glb	2.2%	0	0	0		7,719	8,906	7,719	7,719	0
KR4	Cables Eléctricos ( TW, THW, etc)	m	0.3%	0	0	0		1,142	810	1,142	1,142	0
KR5	Instalación de Cable NYY	m	0.0%	0	0	0		58	272	58	58	0
KR6	Pozo a tierra (Excavación, relleno con Bentonita e instalación de varilla Copperweld)	Und	0.2%	0	0	0		751	686	751	751	0
KR7	Excavación y relleno de alimentadores	m	0.1%	0	0	0		211	249	211	211	0
KR8	Instalación de tableros	Und	0.5%	0	0	0		1,779	2,632	1,779	1,779	0
KR9	Otros trabajos eléctricos ( Postes, pastorales, transformadores, etc)	Glb	1.1%	0	0	0		4,042	3,997	4,042	4,042	0
				4.5%	0	0	0	15,703	17,553	15,703	15,703	0
<b>TRABAJOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>												
XL1	Instalación de Cable para Profibus DP	m	0.1%	0	0	0		300	0	300	300	0
XL2	Instalación de Cable de Fibra Optica	m	0.2%	0	0	0		640	640	640	640	0
XL3	Instrumentación (Canalización, conexonado, excavación, otros cables, etc)	Glb	6.4%	0	0	0		22,413	10,971	22,413	22,413	0
				6.6%	0	0	0	23,353	11,611	23,353	23,353	0
<b>ESPECIALIDAD ELECTRICA</b>			11.1%	0	0	0		39,056	29,165	39,056	39,056	0
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (ISP)</b>			97.7%	149,494	266,502	-117,008	0.56	265,412	335,885	344,252	531,914	-187,662
<b>VIARIOS (PROCESOS NO CONTROLADOS, ADICIONALES, ETC.)</b>			2.3%		90,539			11,527	22,484	8,018	102,065	-94,048
<b>TOTAL DIRECTO DEL PROYECTO</b>			100%		357,041.0			276,938	358,369	352,270	633,979	-281,709

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

### COMENTARIOS:

- ❖ Los cuadros N° 23, 24 y 25, complementan la hoja de resumen final y a la vez son el enfoque más importante, ello debido a que su análisis se enfoca principalmente en indicadores del CPI (Índice de desempeño del costo) y el VALOR GANADO.
- ❖ El CPI es un indicador de costo, si su valor es menor a 1 se pintará de color rojo y significa que la actividad tiene mayores gastos de lo programado. Si observamos la parte final del cuadro N° 25 el CPI total es de 0.56 y nos indica que en el proyecto total se está gastando más del presupuesto interno.
- ❖ En las columnas HH totales, encontraremos las columnas ORIG, los cuales son calculados con los ratios y metrados contractuales (Metrado total x Productividad), la columna PREV, los cuales son calculados con los ratios y metrados finales del proyecto, y la columna PROY, es calculado con los ratios y metrados que vamos obteniendo, y por último la columna VAR, es el resultado de la diferencia entre las HH totales previstas y las HH totales proyectadas, si es negativo significa que en esta actividad vamos gastar más que lo que nos van a pagar y si es positivo significa que esta actividad se va tener un ahorro.
- ❖ Cada fin de semana en las reuniones del ISP, se hacen los análisis del CPI y VALOR GANADO. En estas reuniones se buscarán las medidas adecuadas que debe tomar el proyecto y se cumpla con los objetivos del cliente y la empresa, siendo prioritarios los del cliente.
- ❖ Luego de las revisiones hechas en el proyecto tanto en el planeamiento como en el costo, estos archivos serán enviados a la sede central de la empresa constructora.

A continuación, en el Cuadro N° 26, se presenta una parte de la planilla total acumulada de mano de obra, reportada por el área de administración del proyecto.

**Cuadro N° 26.- Planilla de la Mano de Obra reportada por el área de administración.**

FECHA	PATERNO	MATERNO	NOMBRES	CARGO	FASE	DESCRIPCIÓN DE FASE	HH	Costo
29/03/2013	TACURI	TTITO	AMBROCIO	OFICIAL	03CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	119.68
29/03/2013	TAPIA	FLORES	CARLOS ALBERTO	OPERARIO	B	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.5	141.57
29/03/2013	TAPIA	LOZANO	WILFREDO	OFICIAL	06CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	6	84.48
29/03/2013	TAPIA	GAMARRA	ANGEL	OFICIAL	05XKR	SUBCONTRATOS MECANICOS Y ELECTRICOS	10	140.80
29/03/2013	TARAZONA	ATENCIA	LEONCIO AGURIO	OFICIAL	G	ARQUITECTURA	8.5	119.68
29/03/2013	TILLCA	CONDORI	EMILIANO	OFICIAL	05XKR	SUBCONTRATOS MECANICOS Y ELECTRICOS	8.5	119.68
29/03/2013	TINCO	HUAMAN	EFRAIN	OPERARIO	07CBB	ACERO DE REFUERZO	8.5	141.57
29/03/2013	TINTA	CALLAÑAUPA	CIRILO	OPERARIO	06CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	141.57
29/03/2013	TORIBIO	PATRICIO	EDSON JHAIR	OPERARIO	03CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	4.5	74.95
29/03/2013	TRUJILLO	ORTIZ	JUAN CARLOS	JEFE DE GRUPO	05XKR	SUBCONTRATOS MECANICOS Y ELECTRICOS	8.5	160.88
29/03/2013	UMERES	ZANABRIA	GIANFRANKO ROBERTO	OPERARIO	AG	TOPOGRAFIA	5	83.28
29/03/2013	VALDEZ	CARDENAS	HONORATO	OPERARIO	07CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	141.57
29/03/2013	VALDEZ	CAJALEON	NOLBERTO IRENO	OFICIAL	05KR	EQUIPOS MECANICOS Y ELECTRICOS	10	140.80
29/03/2013	VASQUEZ	AGUIRRE	MIGUEL ANGEL	OFICIAL	01CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	119.68
29/03/2013	VASQUEZ	IDRUGO	EDWIN ARMANDO	OFICIAL	JBB	TUBERIA GRP / HD / OTROS	10	140.80
29/03/2013	VELASQUEZ	FLORES	LUIS RAUL	OPERARIO	07KR	EQUIPOS MECANICOS Y ELECTRICOS	5.5	91.61
29/03/2013	VILLAGARCIA	GOMEZ	LIONEL	OPERARIO	B	MOVIMIENTO DE TIERRAS	9.5	158.23
29/03/2013	YAPURA	HUAMAN	ELMER	PEON	B	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5	63.45
29/03/2013	YLLANES	ACHANCCARAY	JERONIMO	OFICIAL	Y	ADICIONALES Y ORDENES DE CAMBIO	5	70.40
29/03/2013	YLLANES	ACHANCCARAY	JERONIMO	OFICIAL	04KR	EQUIPOS MECANICOS Y ELECTRICOS	5	70.40
30/03/2013	ACHULLI	CURI	CRISOLOGO	OPERARIO	G	ARQUITECTURA	8.5	141.57
30/03/2013	ALMEIDA	GARCIA	RONALD PAUL	OFICIAL	04KR	EQUIPOS MECANICOS Y ELECTRICOS	10	140.80
30/03/2013	ALTAMIRANO	SANCHEZ	LIZARDO	OPERARIO	06CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	10	166.56
30/03/2013	AMACHI	FLORES	RICHARD	OPERARIO	01CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	141.57
30/03/2013	AMARU	VALLEJO	ALDO	PEON	05XKR	SUBCONTRATOS MECANICOS Y ELECTRICOS	5.5	69.79
30/03/2013	APAZA	QUISPE	SIXTO PAUL	PEON	04CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	107.86
30/03/2013	ARAGON	NOA	RICHARD	PEON	05CF	CONCRETO	2	25.38
30/03/2013	ARAGON	NOA	RICHARD	PEON	06CF	CONCRETO	5.5	69.79
30/03/2013	ARAGON	NOA	RICHARD	PEON	07CF	CONCRETO	3	38.07
30/03/2013	ARRIAGA	VERA	LEVI	PEON	AG	TOPOGRAFIA	8.5	107.86
30/03/2013	ARROYO	PEREZ	ROBERTO	OPERARIO	06CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	10	166.56
30/03/2013	AVILES	VIZCARRA	JORGE LUIS	JEFE DE GRUPO	B	MOVIMIENTO DE TIERRAS	5.5	104.10
30/03/2013	BARSAYA	TERAN	CLIMACO	OFICIAL	03CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	119.68
30/03/2013	BLANCO	CAMPOS	HECTOR	OPERARIO	06CAB	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	8.5	141.57

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 27.- Resumen del costo de la HH por procesos (Reporte del área de Administración)**

PROCESO	DESCRIPCIÓN	HH	COSTO (S./.)	TARIFA (HH/S./.)
AA	DEMOLICIONES	2,935.50	42,742.98	14.56
AG	TOPOGRAFÍA	16,531.50	210,499.49	12.73
AJ	REVESTIMIENTO	976.50	14,738.13	15.09
B	MOVIMIENTO DE TIERRAS	34,606.00	463,260.55	13.39
CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	108,197.50	1,525,148.37	14.10
CBB	ACERO DE REFUERZO	36,840.50	518,912.03	14.09
CF	CONCRETO	50,161.90	726,146.93	14.48
G	ARQUITECTURA	6,994.10	104,566.83	14.95
JBB	TUBERIA GRP /HD / OTROS	16,003.50	248,183.11	15.51
KR	EQUIPOS MECÁNICOS Y ELECTRICOS	23,385.50	348,609.03	14.91
XAE	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	117.50	1,556.29	13.24
XKR	SUBCONTRATOS MECÁNICOS y ELECTRICOS	5,679.00	79,827.86	14.06
Y	ADICIONALES Y ORDENES DE CAMBIO	507.50	7,590.44	14.96
ZD	ADMINISTRACION	4,208.50	62,396.97	14.83
ZE	SEGURIDAD	7,790.50	108,051.92	13.87
ZF	TALLERES	1,259.50	19,625.95	15.58
ZH	CAMPAMENTOS	25,150.00	337,663.34	13.43
<b>TOTAL</b>		<b>341,345.00</b>	<b>4,819,520.21</b>	

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

### COMENTARIOS:

- ❖ El cuadro N° 27, es un resumen acumulado de todos los pagos semanales de la Mano de Obra, realizado hasta una determinada fecha, con esta información se obtiene el costo promedio de la HH, por procesos, el cual a su vez es utilizado para poder calcular la proyección del costo de la Mano de obra.

El Cuadro N° 28 (Análisis del costo de la Mano de Obra), presenta el cálculo del costo de la HH, teniendo en cuenta solo las horas normales, sin horas extras ni dominicales, es decir el análisis contemplaría solo el pago del salario básico, bonos, leyes sociales y otros.

**Cuadro N° 28.- Análisis del costo de la Mano de Obra**

Descripción	Base de Datos			Jefe Grupo CIVIL	Operario CIVIL	Oficial CIVIL	Ayudante CIVIL
<b>Salario Basico Diario</b>	<b>48</b>			<b>52.10</b>	<b>52.10</b>	<b>44.10</b>	<b>39.40</b>
<b>Turno Noche</b>	<b>20%</b>	<b>0%</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Salario Basico Horario</b>				<b>6.51</b>	<b>6.51</b>	<b>5.51</b>	<b>4.93</b>
<b>SALARIO</b>							
Basico	48			312.60	312.60	264.60	236.40
Horas extras al 60%	0			0.00	0.00	0.00	0.00
Horas extras al 100%	0			0.00	0.00	0.00	0.00
Sobretiempo al 60%	60%			0.00	0.00	0.00	0.00
Sobretiempo al 100%	100%			0.00	0.00	0.00	0.00
<b>BONOS</b>							
BUC	37%	32%	30%	100.03	100.03	79.38	70.92
Bono especialización	30%			93.78			
Bono x Altura >10mts o 4 Pisos	5%	0	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Bono x Altitud >3000 msnm	0.50			3.00	3.00	3.00	3.00
Bono x Contacto con el agua	20%	0%		0.00	0.00	0.00	0.00
Bono x Trabajo bajo cota 0	1.00	S/x dia	0%	0.00	0.00	0.00	0.00
Bono semana descanso (incentivo permanencia)				78.15	78.15	66.15	59.10
<b>LLSS</b>							
LLSS sobre Basico	111.66%			349.04	349.04	295.45	263.96
LLSS sobre Horas Extras	26.40%			0.00	0.00	0.00	0.00
LLSS sobre Sobretiempo	11.40%			0.00	0.00	0.00	0.00
LLSS sobre BUC +Bonos	11.40%			31.35	20.65	16.93	15.16
<b>OTROS</b>							
Seguro Essalud-Vida	5.00		s/mes	0.93	0.93	0.93	0.93
Movilidad	7.20		s/psje	43.20	43.20	43.20	43.20
<b>COSTO BASICO SEMANAL</b>				<b>S/. 1,012.09</b>	<b>S/. 907.61</b>	<b>S/. 769.64</b>	<b>S/. 692.68</b>
<b>COSTO H-H (Soles)</b>				<b>S/. 21.09</b>	<b>S/. 18.91</b>	<b>S/. 16.03</b>	<b>S/. 14.43</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

El Cuadro N° 29 (Análisis del costo de la Mano de Obra), presenta el cálculo del costo de la HH, teniendo en cuenta horas extras y dominicales, es decir el análisis contemplaría el pago del salario básico, horas extras, dominicales, bonos, leyes sociales y otros.

**Cuadro N° 29.- Análisis del costo de la Mano de Obra**

Descripción	Base de Datos			Jefe Grupo CIVIL	Operario CIVIL	Oficial CIVIL	Ayudante CIVIL
<b>Salario Basico Diario</b>	<b>65</b>			<b>52.10</b>	<b>52.10</b>	<b>44.10</b>	<b>39.40</b>
<b>Turno Noche</b>	<b>20%</b>	<b>0%</b>		<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Salario Basico Horario</b>				<b>6.51</b>	<b>6.51</b>	<b>5.51</b>	<b>4.93</b>
<b>SALARIO</b>							
Basico	<b>48</b>			312.60	312.60	264.60	236.40
Horas extras al 60%	<b>12</b>			78.15	78.15	66.15	59.10
Horas extras al 100%	<b>5</b>			32.56	32.56	27.56	24.63
Sobretiempo al 60%	60%			46.89	46.89	39.69	35.46
Sobretiempo al 100%	100%			32.56	32.56	27.56	24.63
<b>BONOS</b>							
BUC	<b>37%</b>	<b>32%</b>	<b>30%</b>	100.03	100.03	79.38	70.92
Bono especialización	<b>30%</b>			126.99			
Bono x Altura >10mts o 4 Pisos	<b>5%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
Bono x Altitud >3000 msnm	<b>0.50</b>			3.00	3.00	3.00	3.00
Bono x Contacto con el agua	<b>20%</b>	<b>0%</b>		0.00	0.00	0.00	0.00
Bono x Trabajo bajo cota 0	<b>1.00</b>	<b>S/x dia</b>	<b>0%</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
Bono semana descanso (incentivo permanencia)				78.15	78.15	66.15	59.10
<b>LLSS</b>							
LLSS sobre Basico	111.66%			349.04	349.04	295.45	263.96
LLSS sobre Horas Extras	26.40%			29.23	29.23	24.74	22.10
LLSS sobre Sobretiempo	11.40%			9.06	9.06	7.67	6.85
LLSS sobre BUC +Bonos	11.40%			35.13	20.65	16.93	15.16
<b>OTROS</b>							
Seguro Essalud-Vida	<b>5.00</b>		s/mes	1.26	1.26	1.26	1.26
Movilidad	<b>7.20</b>		s/psje	43.20	43.20	43.20	43.20
<b>COSTO BASICO SEMANAL</b>				<b>S/. 1,277.87</b>	<b>S/. 1,136.40</b>	<b>S/. 963.35</b>	<b>S/. 865.77</b>
<b>COSTO H-H (Soles)</b>				<b>S/. 19.66</b>	<b>S/. 17.48</b>	<b>S/. 14.82</b>	<b>S/. 13.32</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Comentarios:**

- ❖ Del análisis realizado en los Cuadros N° 28 y 29, podemos manifestar que al realizar trabajos en horas extras y dominicales, la tarifa promedio de la HH disminuye, es decir, conviene realizar horas extras, siempre y cuando se logre una buena productividad.



**Cuadro N° 30.- Cálculo del costo total de la mano de Obra**

COSTO ACUMULADO					PROYECCIÓN DEL COSTO				TOTAL	
PROC.	DESCRIPCIÓN	HH	COSTO (S/.)	TARIFA (HH/S/.)	COD. ISP	DESCRIPCIÓN CÓDIGO ISP	HH ISP	COSTO	HH	COSTO (S/.)
<b>B</b>	Movimiento de tierras	34,606.00	463,260.55	13.39	B 1	Excavación, refine y nivelación para tubería	1843.87	24,683.37	36,449.87	487,943.92
					B 2	Excavación masiva y de zanjas para estructuras	78155	10,462.45	78155	10,462.45
					B 3	Relleno compactado, manual y con equipo	6,668.27	89,266.22	6,668.27	89,266.22
					B 4	Relleno compactado con equipo pesado	397.42	5,320.11	397.42	5,320.11
<b>CBB</b>	Acero de refuerzo	36,840.50	518,912.03	14.09	CBB	Acero	15,142.10	213,282.02	51982.60	732,194.05
<b>CAB</b>	Encofrado y desencofrado	108,197.50	1525,148.37	14.10	CAB	Encofrado	51300.90	723,135.85	169,498.40	2,248,284.22
<b>CF</b>	Concreto	50,161.90	726,146.93	14.48	CF	Concreto	24,915.30	360,675.46	75,077.20	1086,822.40
					CF1	Solado	469.23	6,792.63	469.23	6,792.63
<b>G</b>	Arquitectura	6,994.10	104,566.83	14.95	G1	Tarrajeo en muros exteriores e interiores, acabados, pintura y estructuras metálicas	19,093.13	285,455.97	26,087.23	390,022.80
					G2	Muro de ladrillo	1905.88	28,494.32	1905.88	28,494.32
					G3	Cobertura de teja	1962.99	29,348.13	1962.99	29,348.13
					G4	Tubenos de PVC	1052.73	15,739.07	1052.73	15,739.07
<b>AJ</b>	Revestimiento	976.50	14,738.13	15.09	AJ	Prueba hidráulicas de estructuras e impermeabilizado	7,202.50	108,705.95	8,179.00	123,444.08
<b>KR</b>	Equipos Mecánicos y Eléctricos	23,385.50	348,609.03	14.91	KR	Equipamiento de estructuras	28,113.08	419,083.29	51,498.58	767,692.32
					KR1	Instalación de media plastica	22,655.39	337,725.16	22,655.39	337,725.16
					KR2	Fabricación de materiales para equipos ( Niples, Spool, etc)	7,518.20	112,074.20	7,518.20	112,074.20
					KR3	Canalización ( Inst. de tuberías, cajas de paso, luminaria, todos los puntos de salida, picado, etc)	7,719.31	115,072.20	7,719.31	115,072.20
					KR4	Cables Eléctricos ( TW, THW, etc)	1,141.90	17,022.43	1,141.90	17,022.43
					KR5	Instalación de Cable NYY	584.7	87,162	584.7	87,162
					KR6	Pozos a tierra (Excavación, relleno con Bentonita e instalación de vaina Copperweld)	750.50	11,187.75	750.50	11,187.75
					KR7	Excavación y relleno de alimentadores	2114.0	3,151.28	2114.0	3,151.28
					KR8	Instalación de tableros	1778.76	26,516.08	1778.76	26,516.08
<b>XKR</b>	Subcontratos Mecánicos y Eléctricos	5,679.00	79,827.86	14.06	XKR1	Montaje de equipos ( Apoyo aguas latinas)	15,249.33	214,354.86	20,928.33	294,182.72
					XKR2	Fabricación de media plastica ( Apoyo aguas latinas)	7,966.99	111,989.35	7,966.99	111,989.35

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**Cuadro N° 31.- Cálculo del costo total de la mano de Obra**

COSTO ACUMULADO				PROYECCIÓN DEL COSTO				TOTAL		
PROC.	DESCRIPCIÓN	HH	COSTO (S/.)	TARIFA (HH/S/.)	COD. ISP	DESCRIPCIÓN CÓDIGO ISP	HH ISP	COSTO	HH	COSTO (S/.)
JBB	Tubería GRP /HD / Otros	6,003.50	248,83.11	6.51	JBB1	Tubería HD ( Instal. y prueba)	9,981.41	64,792.19	25,984.91	402,975.30
					JBB2	Tubería GRP ( Instal. y prueba)	803.28	12,457.24	803.28	12,457.24
					JBB3	Tubería HDPE ( Instal. y prueba)	1,332.40	20,662.87	1,332.40	20,662.87
XL	Subcontrato Automatización y Control	-	-	6.51	XL1	Instalación de Cable para Profibus DP	30000	4,652.42	30000	4,652.42
					XL2	Instalación de Cable de Fibra Optica	640.00	9,925.6	640.00	9,925.6
					XL3	Instrumentación (Canalización, conexonado, excavación, otros cables, etc)	22,413.24	347,585.68	22,413.24	347,585.68
ZD	Administración	4,208.50	62,396.97	14.83	G	Generales	3,300.00	45,342.46	7,508.50	107,739.43
ZE	Seguridad	7,790.50	108,051.92	13.87					7,790.50	108,051.92
ZF	Talleres	1,259.50	19,625.95	15.58					1,259.50	19,625.95
ZH	Campamentos	25,600.00	337,663.34	13.13					25,600.00	337,663.34
XAE	Plan de Manejo Ambiental	117.50	1,556.29	13.24	XAE	Plan de manejo ambiental	-	-	117.50	1,556.29
AG	Topografía	6,531.50	210,499.49	12.73	AG	Topografía	1,842.85	23,465.42	18,374.35	233,964.90
AA	Demoliciones	2,935.50	42,742.98	14.56	AA	Demolición de estructuras	603.65	8,789.61	3,539.15	51,532.59
Y	Adicionales y Ordenes de Cambio	507.50	7,590.44	14.96	Y	Trabajos en tubería inoxidable y otros trabajos adicionales	-	-	507.50	7,590.44
P	Puesta en Marcha	-	-	6.51	P	Puesta en marcha	5,780.00	89,636.54	5,780.00	89,636.54
	<b>TOTAL</b>	<b>341,345.00</b>	<b>4,819,520.21</b>				<b>276,938.24</b>	<b>4,047,977.16</b>	<b>618,283.24</b>	<b>8,867,497.38</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

**COMENTARIOS:**

- ❖ Los cuadros N° 30 y 31, presenta el cálculo del costo total de la Mano de Obra, el cual es obtenido en función al costo acumulado por procesos, reportado por el área de administración y la proyección de las HH del ISP, el cual es transformado en costo con las tarifas promedio de las HH.

Luego al sumar el costo acumulado más el proyectado, obtenemos tanto las HH y el costo total de la Mano de obra del proyecto.

## **CAPÍTULO IV : RESULTADOS OBTENIDOS POR ESTRUCTURAS AL FINAL DE PROYECTO.**

La productividad va a ser presentado teniendo en cuenta las actividades desarrolladas en las principales estructuras:

### **4.1 NOMBRE DE LAS ESTRUCTURAS**

- a) Filtro Percolador Primario N°1,2 y 3.
- b) Sedimentador Secundario 1 y 2.
- c) Espesador de lodos 1 y 2.
- d) Digestor de lodos.
- e) Desarenador Aireado.

### **4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS**

#### **a) Filtro Percolador Primario N°1,2 y 3**

Se ha proyectado tres unidades similares con las siguientes características principales:

Número de unidades	3
Diámetro	30 m
Profundidad Efectiva de medio	3.66 m
Material del medio filtrante	PVC tipo flujo cruzado 60°
Ventilación	Ambas, natural o forzada.

#### **b) Sedimentador Secundario 1 y 2.**

Se ha proyectado 2 unidades similares con las siguientes características principales:

Número de unidades	2
Diámetro	35 m
Profundidad Efectiva (Lateral)	4.80 m
Sistema de eliminación de lodo	Succión hidráulica o barrido mecánico.

**c) Espesador de lodos 1 y 2**

Se ha proyectado 2 unidades similares con las siguientes características principales:

Número de unidades	:	2
Diámetro	:	15 m
Profundidad Efectiva (Lateral)	:	4.00 m
Sistema de concentración de lodo	:	Barrido mecánico
Desnatadora mecánica	:	Si.

**d) Digestor de lodos.**

Está conformado por la estructura básica del Digestor existente N°1, el cual se le encimará en 11.70 m, de la estructura cilíndrica y se le proveerá de una cúpula de concreto armado. Este tanque tendrá un volumen útil de 5,700 m<sup>3</sup> (Volumen total 6,185 m<sup>3</sup>), tiene un diámetro interior que varía de 24.60m (Sección existente) a 25.40m (Sección encimar).

**e) Desarenador Aireado.**

Se ha considerado cinco unidades de desarenadores aireados (Tipo tornillo) con 100% de redundancia, que trabajaran simultáneamente. Los canales desarenadores de forma piramidal tiene 12.00 m de largo, 2.10m de ancho y 4.5 m de profundidad efectiva cada uno.

### 4.3 PRODUCTIVIDAD OBTENIDA POR ESTRUCTURAS

#### a) Productividad obtenida en los Filtros Percoladores Primarios.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.48$ , lo que significa que hemos gastado más de lo que se había presupuestado, principalmente porque se ha realizado actividades que no se habían previsto en nuestro APU, por ejemplo el armado de andamio para realizar las actividades de colocación de acero en los muros del tanque, actividades de resanes y solaques en las actividades de concreto.

Además se ha considerado una productividad muy optimista en la actividad de Instalación de media plástica, teniendo una productividad prevista de  $0.06 \text{ hh/m}^3$ , contra una productividad real de  $1.81 \text{ hh/m}^3$ .

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°1.

#### b) Productividad obtenida en el Sedimentador Secundario 1 y 2.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.87$ , lo que significa que hemos gastado más de lo que se había presupuestado, sin embargo, en la actividad de acero, se ha logrado alcanzar la productividad prevista de  $0.05 \text{ hh/kg}$ , porque la empresa constructora, realizó los tramos que generan un mayor avance de la estructura, y la otra parte fue subcontratada.

Además, esta estructura a diferencia de los filtros percoladores primarios, no presenta viguetas y columnetas, elementos en los cuales se ha obtenido rendimientos muy bajos, porque son trabajos que demandan un mayor detalle y a la vez no genera mayores avances, por ser elementos de pequeñas dimensiones, esto ha generado que se presente un mejor resultado en comparación a otras estructuras.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°2.

#### c) Productividad obtenida en el Espesador de lodos 1 y 2.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.82$ , lo que significa que hemos gastado más de lo que se había presupuestado, principalmente porque en una de las actividades más incidentes, como es la actividad de concreto, se ha obtenido una productividad baja respecto a lo previsto, porque se ha

tenido que realizar trabajos de solaqueo y resane, actividades no previstas, pero necesarias para que la estructura pueda pasar la prueba hidráulica. Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°3.

d) Productividad obtenida en el Digestor de lodos 1.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.57$ , lo que significa que hemos gastado más de lo que se había presupuestado, esto se ha generado principalmente por nuestra baja productividad obtenida en la actividad de encofrado, respecto a nuestra productividad prevista, y esto a la vez se ha generado, porque se ha tenido un adicional en esta actividad, incrementándose el metrado de los muros, porque la estructura tenía que tener una mayor altura respecto a los planos originales del expediente, sin embargo, nuestro precio, no contemplaba el mayor gasto en HH, para poder construir la Cúpula de la estructura, porque se tenía que realizar un apuntalamiento de mayor altura, lo cual demandaba, una mayor cantidad tiempo y material.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°4.

e) Productividad obtenida en el Desarenador Aireado.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.58$ , lo que significa que hemos gastado más de lo que se había presupuestado, esto se ha generado a causa de tener HH, invertidas en actividades como resanes y solaqueos, los cuales fueron considerados de menor incidencia en nuestros procesos constructivos al momento de presupuestar, sin embargo, dichas actividades son de gran importancia para realizar los trabajos de impermeabilización y posterior liberación de la prueba hidráulica.

Es principalmente por esta razón el haber obtenido una productividad de  $8.78 \text{ hh/m}^3$ , en la actividad de concreto, muy baja respecto a lo previsto en nuestro presupuesto  $3.21 \text{ hh/m}^3$ , lo que ha generado que el CPI de esta estructura también sea baja.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°5.

f) Productividad obtenida en el Taller de Mecánica.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.43$ , lo que significa que hemos gastado más del doble de nuestro presupuesto, esto se ha generado principalmente por la baja productividad obtenida en la actividad de encofrado  $6.07 \text{ hh/m}^2$ , versus los  $2.34 \text{ hh/m}^2$ , prevista, sin embargo, podemos mencionar que la productividad prevista es baja para una estructura tipo edificación, esto también se ha podido apreciar en la actividad de concreto, obteniendo un resultado real de  $8.28 \text{ hh/m}^3$ , versus los  $4.32 \text{ hh/m}^3$ , previstos en nuestro APU, es decir hemos sido muy optimistas al momento de presupuestar.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°6.

g) Productividad obtenida en la Casa de Cloración.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.41$ , lo que significa que hemos gastado más del doble de nuestro presupuesto, esto se ha generado principalmente por la baja productividad obtenida en la actividad de encofrado  $6.49 \text{ hh/m}^2$ , versus los  $2.34 \text{ hh/m}^2$ , previsto, sin embargo, podemos mencionar que la productividad prevista es baja para una estructura tipo edificación, esto también se ha podido apreciar en la actividad de concreto, obteniendo un resultado real de  $5.59 \text{ hh/m}^3$ , versus los  $4.05 \text{ hh/m}^3$ , previstos en nuestro APU, es decir hemos sido muy optimistas al momento de presupuestar.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°7.

h) Productividad obtenida en la Cámara de Reunión 1.

En esta estructura se ha obtenido un  $CPI=0.32$ , lo que significa que hemos gastado más del triple de nuestro presupuesto, esto se ha generado principalmente por los constantes trabajos de resanes y solaques, realizados para que la estructura pueda pasar la prueba hidráulica, obteniendo una productividad de  $18.8 \text{ hh/m}^3$ , versus los  $3.00 \text{ hh/m}^3$ , previstos en nuestro APU.

Para un mayor detalle de los resultados obtenidos, revisar el Anexo N°8.

## CAPÍTULO V : IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS

En el presente informe se va presentar las principales acciones correctivas realizadas en el proyecto.

### 5.1 IMPLEMENTACIONES REALIZADAS EN EL PROYECTO

a) Liberar todos los permisos de trabajo (Altura, espacios confinados, andamios, etc.), antes que la persona encargada de seguridad comience a inspeccionar.

b) En las primeras viguetas y columnetas, de los Filtros Percoladores Primarios, se realizó el vaciado de concreto de manera manual, sin embargo, de esta manera el vaciado se prolongaba, porque el proceso era lento y con ello se generaban sobretiempos, para poder dejar el acabado respectivo, es por ello que en base a la medición del trabajo realizado en esta actividad, se tiene los resultados mostrados en la Figura N° 8, por lo que se recomienda realizar el vaciado con la ayuda de una bomba telescópica, con lo cual el proceso era más rápido y no se necesitaba realizar horarios extendidos. A continuación mostraremos los resultados obtenidos al realizar la actividad sin bomba y con bomba.

#### ➤ Resultados generados al realizar la actividad sin bomba telescópica



**Figura N° 8.- Distribución de los Trabajos Sin Bomba Telescópica**

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

Nota: La actividad se realiza con el apoyo de 10 trabajadores.



➤ **Cálculo de la Productividad**

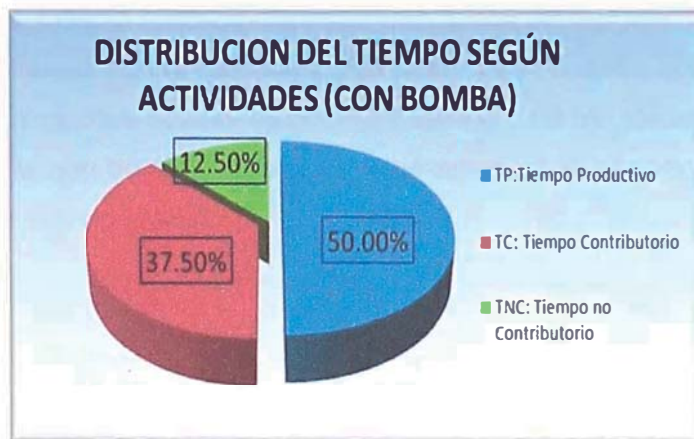
**Cuadro N° 32.- Cálculo de la productividad sin bomba Telescópica**

Ítem	Descripción	Und	fecha
			23.01
01.-	<b>Vaciado de concreto</b>	<b>Und</b>	
	Producción	m3	0.70
	Horas Hombre	Hh	9.13
	<b>Productividad del día</b>	<b>hh/m3</b>	<b>13.04</b>
	<b>Productividad presupuestada</b>	<b>hh/m3</b>	<b>3.30</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

El Cuadro N° 32, es un cuadro resumen de la actividad (Vaciado de Concreto), en donde podemos notar que la productividad del día 13.04 hh/m3, es mayor que la productividad presupuestada 3.30 hh/m3, es decir estamos gastando 9.74 hh/m3 más que lo que nos van a pagar.

➤ **Resultados generados al realizar la actividad con bomba telescópica**



**Figura N° 9.- Distribución de los Trabajos con Bomba Telescópica**

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

La Figura N° 9, es un resumen gráfico en porcentaje de los resultados obtenidos en la nueva medición del trabajo (Con bomba Telescópica).

Nota: La actividad se realiza con el apoyo de 5 trabajadores.

**➤ Cálculo de la Productividad****Cuadro N° 33.- Cálculo de la productividad con bomba Telescópica**

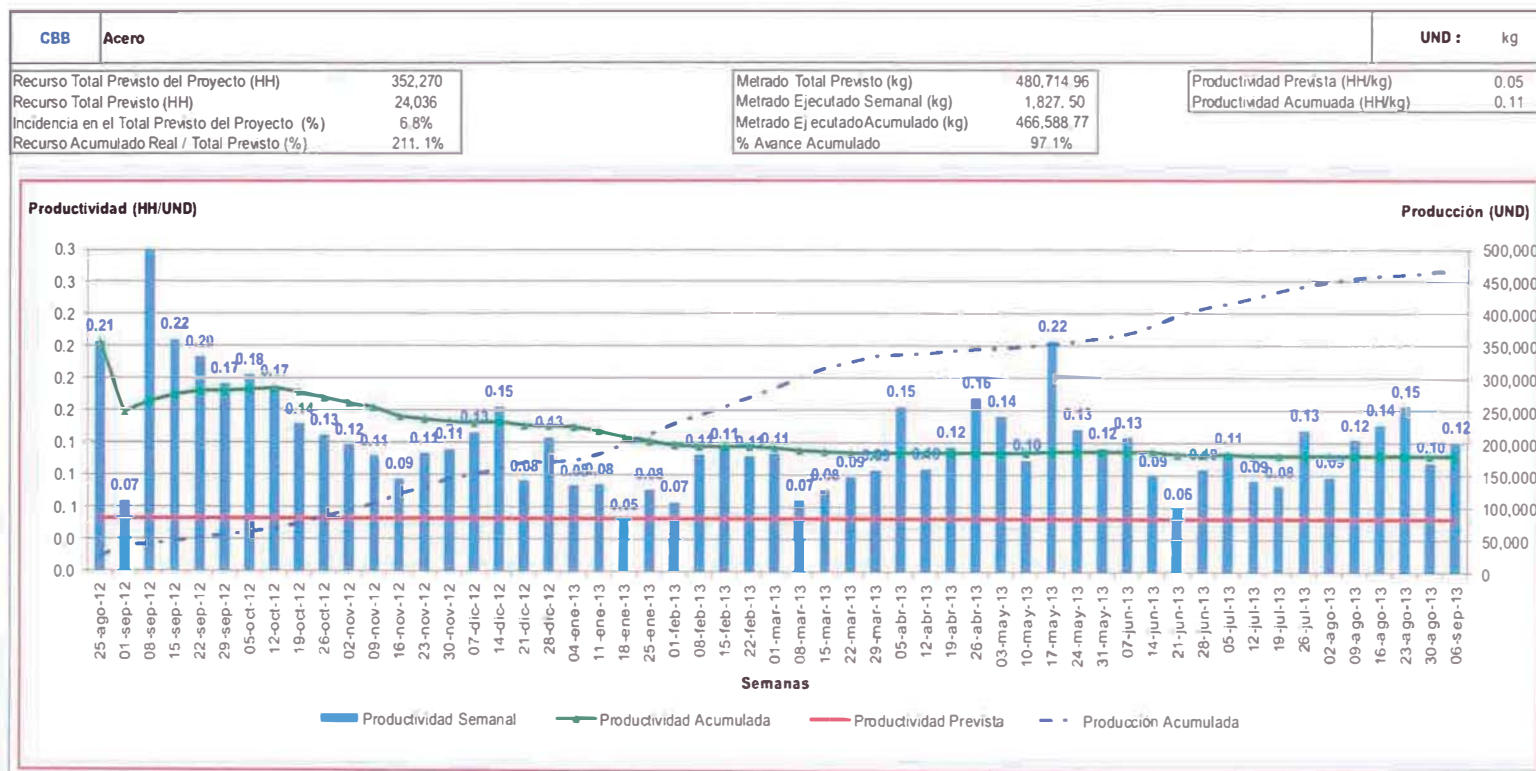
Ítem	Descripción	Und	fecha
			30.01
<b>01.-</b>	<b>Vaciado de concreto/bomba</b>	<b>Und</b>	
	Producción	m3	0.70
	Horas Hombre	Hh	1.75
	<b>Productividad del día</b>	<b>hh/m3</b>	<b>2.50</b>
	<b>Productividad presupuestada</b>	<b>hh/m3</b>	<b>3.30</b>

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

El Cuadro N° 33, es un cuadro resumen del proceso (Vaciado de Concreto), en donde podemos notar que la productividad del día 2.50 hh/m<sup>3</sup>, es menor que la productividad presupuestada 3.30 hh/m<sup>3</sup>, es decir estamos gastando 0.80 hh/m<sup>3</sup> menos que lo que nos van a pagar.

A este análisis podemos agregar que nuestro proveedor de concreto, nos cobra S/ 30.00, por cada m<sup>3</sup> de concreto bombeado y nos pide un mínimo de 20 m<sup>3</sup>, para poder pedir la bomba telescópica, entonces, se tenía que acomodar otros vaciados que también se han bombeados para poder pedir nuestro concreto para las vigas, el cual en muchos ocasiones no superaba los 3.00 m<sup>3</sup>, de esta forma si nos convenía vaciar con bomba, pero si no tuviéramos otros vaciados, era más conveniente vaciar manualmente.

c) Tener personal en obra, de acuerdo a las necesidades de nuestros frentes de trabajo, porque de nada sirve tener los recursos, si no tenemos en que utilizarlos, lo cual genera mayores tiempos contributorios y no contributorios, pero pocos tiempos productivos.



**Figura N° 10.- Productividad obtenida por la cuadrilla de acero Semanalmente.**

(Fuente: Cosapi S.A, Abril 2013)

De la Figura N° 10, se puede apreciar que nuestra cuadrilla de acero, presenta una productividad muy baja las primeras semanas de trabajo, luego se ve una mejoría, porque los frentes de trabajo aumentaron.

## **CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES**

- ✓ La proyección de la Mano de Obra, ha sido calculado con la productividad acumulada real obtenida en el proyecto, por actividad, siempre y cuando nuestro avance sea mayor al 30%, de no ser el caso, tiene que realizarse con la productividad prevista en nuestro presupuesto.
- ✓ La metodología ha logrado identificar buenos resultados en algunos procesos, como por ejemplo, el encofrado de muros en la mayoría de los tanques, como se muestra en el estudio presentado en el presente informe, además, se ha logrado una mejora de la productividad en el vaciado de concreto de las viguetas en los Filtros Percoladores, gracias a la reducción de ayudantes, por la implementación de la bomba telescópica.
- ✓ La metodología ha logrado identificar que la mayoría de las partidas han sido presupuestadas de manera optimista, y en algunos casos se han omitido algunos procesos que conforman una actividad, como por ejemplo el armado de andamios para la colocación de acero en los muros de los tanques, además, en muchos casos se ha homogenizado la productividad de una estructura para todos los procesos, sin embargo, es necesario realizar un presupuesto más detallado, para tener un mejor control al momento de la ejecución.
- ✓ Tener un buen resultado en la medición del trabajo, es decir tener un alto porcentaje de tiempos productivos, no garantiza la efectividad del trabajo, es por ello, la importancia de evaluar la productividad y verificar el buen uso del tiempo.
- ✓ En base a la información obtenida en el proyecto, se ha logrado calcular la productividad de las actividades controladas en el ISP, en las principales estructuras ejecutadas, con la finalidad de tener información al momento de presupuestar futuros proyectos de similares características, de los resultados obtenidos, se puede mencionar que la principal actividad no considerada en nuestro presupuesto, que ha generado sobre costo, es la

actividad de resanes y solaqueos, es mayormente por esta actividad, el haber obtenido resultados muy bajos en la actividad de concreto en casi todas las estructuras del proyecto.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Los nuevos proyectos de similares características al estudiado en el presente informe, deben ser presupuestados con un mayor detalle, que permita llevar un mejor control de la productividad en función a sus principales procesos y elementos, lo cual va generar que identifiquemos con mayor facilidad cual es el proceso en la cual se debe tomar nuestra mayor atención y buscar las mejoras, además, tener en cuenta los resultados presentados en el presente informe, para el cálculo de la productividad
- ✓ El Informe Semanal de producción (ISP), es una herramienta de control que permite alertar cuales son las actividades en las cuales estamos ganando y perdiendo, es por ello la gran importancia de que participen los principales involucrados del proyecto en su revisión y aprobación, con la finalidad de estar informados y a la vez evaluar las posibles mejoras, que logren un mejor desempeño de nuestros recursos.
- ✓ Los Ingenieros de campo deben reunirse con sus capataces y jefes de frentes de manera diaria, ello con el fin de revisar sus avances y coordinar las metas del día siguiente, esto permitirá que se reduzca considerablemente los tiempos improductivos y contributorios, con lo cual mejoraremos nuestro avance y productividad.
- ✓ Concientizar a todo el personal de la empresa, que la mejora de la productividad no solo depende de los ingenieros de campo y productividad, sino de todos los que trabajamos en dicho proyecto, porque cada integrante cumple una función importante en el desarrollo de los objetivos trazados.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ Buleje, Kenny Ernesto "*Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando Conceptos de la Filosofía Lean Construcción*". Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2012.
- ✓ Castillo, V.G "*Productividad en Obras de Construcción*". Edición 2004. Lima, 2004.
- ✓ Cosapi, S.A. Ingeniería y Construcción "*Taller de Productividad Para proyectos de Construcción 2010*". Lima, 2010.
- ✓ Expediente Técnico del proyecto: "*AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE CUSCO – COMPONENTE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO*". Lima, 2012.
- ✓ Project Management Institute. "*Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*". Cuarta Edición. USA. 2008.
- ✓ Morillo, Tania Elena y Lozano, Miguel Angel "*Estudio de la Productividad en una Obra de Edificación*". Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima 2007.

**ANEXOS**

**ANEXO 01**

**Productividad obtenida en los Filtros Percoladores Primarios:**

**Cuadro N° 34.- Productividad obtenida en los Filtros Percoladores Primarios N° 1,2 Y 3**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HW/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación masiva, configuración de terreno y eliminación de desmorte	m3	3,181.00	1,472.45	1,472.45	0.00	1,282.26	918.37	918.37	1,157.90	0.40	0.62	0.79	
B3	Relleno Compactado C/equipo material propio	m3	0.00	2,591.30	2,591.30	0.00	0.00	2,202.61	2,202.61	1,140.60	0.00	0.85	0.44	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	114,333.56	159,449.98	63,158.38	96,291.60	5,716.68	7,972.50	3,157.92	6,496.00	0.05	0.05	0.10	Incluye actividades de armado de andamio
CAB	Encofrado ( No se toma en cuenta la vereda)	m2	6,551.00	7,310.82	7,310.82	0.00	17,173.70	19,105.97	19,105.97	25,425.00	2.62	2.61	3.48	Incluye junta de water stop
CF	Concreto ( No se toma en cuenta la vereda)	m3	1,523.49	1,697.21	1,697.21	0.00	4,570.47	5,453.33	5,453.33	15,384.00	3.00	3.21	9.06	Incluye actividades de resanes, solaques y habilitado de extensiones
CF1	Solado	m2	2,279.00	2,431.70	2,431.70	0.00	797.65	851.10	851.10	504.50	0.35	0.35	0.21	
<b>ARQUITECTURA</b>														
G1	Carpintera Metálica	Glb	1.00	1.00	0.52	0.49	126.62	3,877.98	1,997.16	1,874.50	126.62	3,877.98	3,639.81	
<b>VIARIOS</b>														
AJ	Impermeabilizado de Estructuras	m2	6,304.32	7,813.53	0.00	7,813.53	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	Los trabajos de impermeabilizado fueron subcontratados
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA Y ELECTRICA</b>														
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	1.00	1.00	0.30	0.70	5,149.38	5,149.38	1,544.81	725.80	5,149.38	5,149.38	2,419.33	
KR1	Instalación de media plastica	m3	7,678.43	7,678.43	7,678.43	0.00	460.71	460.71	460.71	13,893.50	0.06	0.06	1.81	
KR2	Fabricación de materiales para equipos (Niples, Spool,etc)	Glb	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.00	0.00	0.00	38.00	
KR3	Trabajos eléctricos	Glb	1.00	1.00	1.00	0.00	1,301.85	1,285.51	1,285.51	2,227.50	1,301.85	1,285.51	2,227.50	
XKR2	Fabricación de media plastica (Apoyo aguas latinas)	m3	7,678.43	7,678.43	7,678.43	0.00	0.00	0.00	0.00	7,686.50	0.00	0.00	1.00	
<b>TOTAL</b>									<b>36,977.48</b>	<b>76,561.80</b>	<b>CPI</b>	<b>0.48</b>		

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 02

### Productividad obtenida en el Sedimentador Secundario 1 y 2:

**Cuadro N° 35.- Productividad obtenida en el Sedimentador Secundario 1 y 2**

SEDIMENTADORES SECUNDARIOS ( 2 UNIDADES)														COMENTARIOS
COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UND)			
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	REVISADO	ACUM	
			ORIGINAL	REVISADO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	REVISADO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación masiva Normal y bajo agua, configuración de terreno y eliminación de desmonte	m3	13,351	6,168	6,168	0	3,708	2,075	2,075	1,963	0.28	0.34	0.32	
B3	Relleno Compactado C/equipo normal y Pesado, material de prestamo y propio	m3	799	7,109	4,361	2,748	152	3,164	829	1,420	0.19	0.45	0.33	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	98,446	179,294	53,409	125,884	4,922	8,965	2,670	2,556	0.05	0.05	0.05	Se ha obtenido un buen rendimiento porque cosapi, realizó los tramos que generan un mayor avance, además, esta estructura no tiene viguetas y columnetas, por lo cual el avance es mejor.
CAB	Encofrado ( No se toma en cuenta la vereda)	m2	2,718	3,372	2,877	495	6,773	8,984	7,666	9,716	2.49	2.66	3.38	Incluye junta de water stop
CF	Concreto ( No se toma en cuenta la vereda)	m3	2,214	1,599	1,302	297	7,577	6,135	4,997	5,641	3.42	3.84	4.33	Incluye actividades de resanes y solaques
CF1	Solado	m2	2,304	2,151	2,151	0	806	753	753	452	0.35	0.35	0.21	
<b>VARIOS</b>														
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras	Und	1	1	1	0	453	453	453	444	452.67	452.67	444.22	
AJ1	Impermeabilizado de estructuras	Und	3,109	3,766	0	3,766	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA Y ELECTRICA</b>														
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	1	1	0	1.0	3,433	3,433	0	280	3,432.92	3,432.92	0.00	
KR2	Fabricación de materiales para equipos (Nipples, Spool,etc)	Glb	0	1	1	0	0	0	0	28	0.00	0.00	28.00	
KR3	Trabajos eléctricos	Glb	1	1	1	0	130	133	133	700	130.38	132.94	699.50	
<b>MONTAJE TUBERIAS</b>														
JBB1	Tubería Inoxidable (instal. y prueba)	Glb	0	1	1	0	0	779	779	288	0.00	779.33	288.00	
									<b>TOTAL</b>	20,355	23,487	<b>CPI</b>	0.87	

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)



### ANEXO 03

#### Productividad obtenida en el Espesador de lodos 1 y 2:

**Cuadro N° 36.- Productividad obtenida en el Espesador de lodos 1 y 2**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación masiva, configuración de terreno y eliminación de desmote	m3	712.00	1,028.47	1,028.47	0.00	286.37	399.05	399.05	446.50	0.40	0.39	0.43	
B3	Relleno Compactado C/equipo material de prestamo	m3	0.00	329.83	329.83	0.00	0.00	280.36	280.36	248.50	0.00	0.85	0.75	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	50,133.00	38,282.53	0.00	38,282.53	2,506.65	1,914.13	0.00	212.50	0.05	0.05	0.00	
CAB	Encofrado ( No se toma en cuenta la vereda)	m2	1,014.00	1,444.37	1,444.37	0.00	2,691.52	3,930.91	3,930.91	5,353.50	2.65	2.72	3.71	Incluye la colocación de Water Stop
CF	Concreto ( No se toma en cuenta la vereda)	m3	491.50	428.34	428.34	0.00	1,474.50	1,991.48	1,991.48	3,479.00	3.00	4.65	8.12	Incluye la actividad de sellado de juntas
CF1	Solado	m2	432.60	452.35	452.35	0.00	151.41	158.32	158.32	26.00	0.35	0.35	0.06	
<b>ARQUITECTURA</b>														
G1	Carpintería Metálica	Gib	1.00	1.00	0.00	1.00	28.98	837.33	0.00	4.00	28.98	837.33	0.00	Esta actividad ha sido subcontratado
<b>VARIOS</b>														
AJ	Prueba hidráulica de estructuras	Und	1.00	1.00	1.00	0.00	70.85	70.85	70.85	398.50	70.85	70.85	398.50	
AJ1	Impermeabilizado de estructuras	Und	1,111.00	972.48	972.48	0.00	1,111.00	1,085.14	1,085.14	699.00	1.00	1.12	0.72	
<b>ESPECIALIDAD MECANICA Y ELECTRICA</b>														
<b>MONTAJE EQUIPO MECANICO</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Gib	1.00	1.00	0.12	0.88	5,149.38	5,149.38	617.93	585.40	5,149.38	5,149.38	4,878.33	El 88% de esta actividad ha sido realizado por el subcontratista Aguas Latinas
KR2	Fabricación de materiales para equipos (Niples, Spool,etc)	Gib	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	0.00	0.00	61.00	Esta actividad ha sido presupuestada como compra de material
KR3	Trabajos eléctricos	Gib	1.00	1.00	1.00	0.00	269.01	959.21	959.21	129.50	269.01	959.21	129.50	
<b>TOTAL</b>									9,493.25	11,643.40	<b>CPI</b>	0.81533278		

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 04

### Productividad obtenida en el Digestor de lodos 1:

**Cuadro N° 37.- Productividad obtenida en el Digestor de lodos 1**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación normal, masiva, configuración de terreno y eliminación de desmonte	m3	12	2,587	2,587	0	4	487	487	884	0.30	0.19	0.34	
B3	Relleno Compactado C/equipo material propio	m3	5	1,198	448	750	4	1,018	380	387	0.85	0.85	0.86	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	28,524	108,327	108,327	0	1,426	5,416	5,416	7,388	0.05	0.05	0.07	
CAB	Encofrado ( No se toma en cuenta la vereda)	m2	1,387	2,560	2,560	0	4,508	7,493	7,493	16,476	3.25	2.93	6.44	Incluye colocación de wáter stop, el armado de alzaprimado para la cúpula fue la actividad contributoria que ha generado la mayor cantidad de horas.
CF	Concreto ( No se toma en cuenta la vereda)	m3	289	771	771	0	1,169	2,714	2,714	4,460	4.05	3.52	5.79	Incluye el sellado de juntas y la actividad de solaqueo
CF1	Solado	m2	6	28	28	0	2	10	10	11	0.35	0.35	0.38	
<b>ARQUITECTURA</b>														
G1	Estructuras metálicas	Glb	1	1	1	0	136	206	206	959	136.44	206.15	958.50	
G2	Tarrajeo pnmno de muros interiores	m2	31	1,278	1,278	0	44	1,198	1,198	829	1.43	0.94	0.65	
<b>VARIOS</b>														
AJ	Prueba hidráulica de estructuras	Glb	1	1	1	0	131	131	131	49	131.24	131.24	49.00	Esta actividad todavía no ha iniciado
AJ1	Impermeabilizado de muros	m2	1,955	1,955	1,955	0	0	0	0	1,078	0.00	0.00	0.55	Esta actividad se ha presupuestado como subcontrato
AJ2	Demolición de estructura y perforación de muro para anclar armadura	m2	10	62	62	0	30	200	200	4,392	3.21	3.21	70.39	
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA Y ELECTRICA</b>														
<b>MONTAJE EQUIPO MECÁNICO</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	1	1	1	0.0	4,679	4,679	4,679	3,015	4,678.82	4,678.82	3,014.50	
KR2	Fabricación de materiales para equipos (Niples, Spool, etc)	Glb	0	1	1	0	0	0	0	81	0.00	0.00	81.00	En el presupuesto esta como compra de material, no como fabricación
KR3	Trabajos eléctricos	Glb	1	1	1	0	33	33	33	407	33.20	33.20	406.50	
							<b>TOTAL</b>		22,948	40,412	<b>CPI</b>	0.57		

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 05

### Productividad obtenida en el Desarenador Aireado:

**Cuadro N° 38.- Productividad obtenida en el Desarenador Aireado**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS(HH/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación masiva, configuración de terreno y eliminación de desmote	m3	515	856	856	0	122	147	147	577	0.24	0.17	0.67	
B3	Relleno Compactado C/equipo Normal y pesado, con material propio y de prestamo	m3	1,653	2,148	598	1,550	364	1,825	114	515	0.22	0.85	0.86	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	26,282	21,565	21,565	0	1,314	1,078	1,078	2,133	0.05	0.05	0.10	
CAB	Encofrado	m2	831	1,166	1,166	0	2,163	3,044	3,044	5,128	2.60	2.61	4.40	
CAB1	Colocación de Water Stop	m	0	309	309	0	0	40	40	246	0.00	0.13	0.80	
CF	Concreto	m3	426	383	383	0	1,279	1,229	1,229	3,359	3.00	3.21	8.78	Incluye actividades de resane y solaqueo
CF1	Soldado	m2	358	365	365	0	125	128	128	29	0.35	0.35	0.08	
CF2	Sellado de juntas	m	0	339	339	0	0	355	355	207	0.00	1.05	0.61	
<b>VARIOS</b>														
AJ	Prueba hidráulicas de estructuras	Und	1	1	1	0	29	29	29	200	28.80	28.80	200.00	
AJ1	Impermeabilizado de estructuras	m2	600	825	825	0	0	0	0	487	0.00	0.00	0.59	Actividad presupuestado como subcontrato
AJ2	Carpintería metálica	Glb	1	1	0.6	0.4	46	65	38	144	46.23	64.88	244.07	
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Glb	1	1	0	0.6	4,291	4,291	1,588	983	4,291.15	4,291.15	2,655.41	
KR2	Fabricación de materiales para equipos (Niples, Spool,etc)	Glb	0	1	1	0	0	0	0	41	0.00	0.00	41.00	Actividad presupuestado como compra de material
<b>ESPECIALIDAD ELECTRICA</b>														
KR3	Trabajos eléctricos	Glb	1	1	1	0	1,184	1,244	1,244	1,431	1,184.29	1,243.84	1,431.00	
KR4	Pozo a tierra	Und	4	3	3	0	115	89	89	253	28.81	29.53	84.17	
<b>TOTAL</b>									9,123	15,730	<b>CPI</b>	0.58		

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 06

### Productividad obtenida en el Taller de Mecánica:

Cuadro N° 39.- Productividad obtenida en el Taller de Mecánica

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación Normal, masiva, configuración de terreno y eliminación de desmonte	m3	79	191	191	0	14	28	28	289	0.18	0.14	1.51	
B3	Relleno manual con material propio, nivelado y apisonado	m3	24	24	24	0	73	74	5	262	3.05	3.04	10.80	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	7,728	11,553	11,553	0	386	578	578	1,269	0.05	0.05	0.11	
CAB	Encofrado	m2	678	664	664	0	1,614	1,555	1,555	4,031	2.38	2.34	6.07	
CF	Concreto	m3	181	186	186	0	786	804	804	1,543	4.35	4.32	8.28	Incluye vereda, acabado de vereda y piso de cemento pulido
CF1	Solado	m2	229	44	44	0	80	15	15	12	0.35	0.35	0.27	
<b>ARQUITECTURA</b>														
G1	Muro de ladrillo	m2	134	120	120	0	157	106	106	384	1.17	0.88	3.19	
G2	Tarrajeo de muros interiores y exteriores	m2	603	631	631	0	642	635	635	1,066	1.06	1.01	1.69	
G3	Pintura de muros exteriores e interiores	m2	572	596	596	0	246	265	265	528	0.43	0.45	0.89	
G4	Cobertura de teja andina	m2	245	249	249	0	0	448	448	678	0.00	1.80	2.72	
G5	Otros Acabados (Zócalos, vestidura de derrames, contrapiso, piso de loseta, puertas, etc)	Glb	1	1	1	0	178	202	202	298	177.65	201.68	298.00	
<b>VARIOS</b>														
G6	Gasfiteña ( Salida de agua, desagüe, ventilación, accesorios, etc)	Glb	1	1	1	0	60	60	60	411	60.23	60.23	411.00	
<b>ESPECIALIDAD ELECTRICA</b>														
KR3	Trabajos eléctricos ( Salida de interruptor, tomacomente, luminanas, conductores, etc)	Glb	1	1	1	0	584	601	601	1,624	584.49	600.95	1,623.50	
									<b>TOTAL</b>	5,302	12,392	<b>CPI</b>	0.43	

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 07

### Productividad obtenida en la Casa de Cloración:

**Cuadro N° 40.- Productividad obtenida en la Casa de Cloración**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UNO)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	PREVISTO	ACUM	
			ORIGINAL	PREVISTO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	PREVISTO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación Normal, masiva, configuración de terreno y eliminación de desmonte	m3	49.60	201.85	201.85	0.00	69.12	75.55	75.55	192.00	1.39	0.37	0.95	
B3	Relleno compactado con Equipo, material propio	m3	9.75	120.10	120.10	0.00	8.29	102.09	22.82	275.00	0.85	0.85	2.29	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	1,435.00	17,208.48	17,208.48	0.00	71.75	860.42	860.42	1,787.00	0.05	0.05	0.10	
CAB	Encofrado	m2	334.42	631.61	631.61	0.00	766.20	1,475.60	1,475.60	4,099.00	2.29	2.34	6.49	
CF	Concreto ( Incluye vereda, piso pulido y bruñado, etc)	m3	88.35	294.07	294.07	0.00	515.12	1,190.71	1,190.71	1,643.00	5.83	4.05	5.59	
CF1	Solado	m2	11.52	40.58	40.58	0.00	2.07	7.30	7.30	4.00	0.18	0.18	0.10	
<b>ARQUITECTURA</b>														
G1	Muro de ladrillo	m2	139.50	99.00	99.00	0.00	244.13	173.24	173.24	253.00	1.75	1.75	2.56	
G2	Tarrajeo de muros interiores y exteriores	m2	424.15	205.07	205.07	0.00	483.48	206.91	206.91	433.50	1.14	1.01	2.11	
G3	Pintura de muros exteriores e interiores	m2	378.18	325.45	325.45	0.00	143.71	123.67	123.67	290.00	0.38	0.38	0.89	
G4	Cobertura de teja andina	m2	162.64	231.07	231.07	0.00	0.00	0.00	0.00	436.50	0.00	0.00	1.89	
<b>VARIOS</b>														
G6	Gasfitería (Lavatorio, Aparatos sanitarios, etc)	Gib	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.00	0.00	0.00	42.00	Actividad presupuestado como subcontrato
G7	Carpintería metálica	Gib	1.00	1.00	1.00	0.00	29.92	25.57	25.57	417.00	29.92	25.57	417.00	
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>														
KR	Equipamiento de estructuras	Gib	1.00	1.00	0.15	0.85	1,485.44	1,471.25	220.69	131.50	1,485.44	1,471.25	876.67	Cosapiejecutoel 15% de todo el equipamiento
KR1	Fabricación de tubena para equipamiento ( Niples, Spool, etc)	Gib	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.00	0.00	0.00	87.00	
<b>ESPECIALIDAD ELECTRICA</b>														
KR3	Trabajos eléctricos ( Salida de interruptor, tomacorriente, luminarias, conductores, etc)	Gib	1.00	1.00	1.00	0.00	1,178.46	806.21	806.21	2,445.50	1,178.46	806.21	2,445.50	
							<b>TOTAL</b>	5,188.70	12,536.00	<b>CPI</b>	0.41			

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

## ANEXO 08

### Productividad obtenida en la Cámara de Reunión 1:

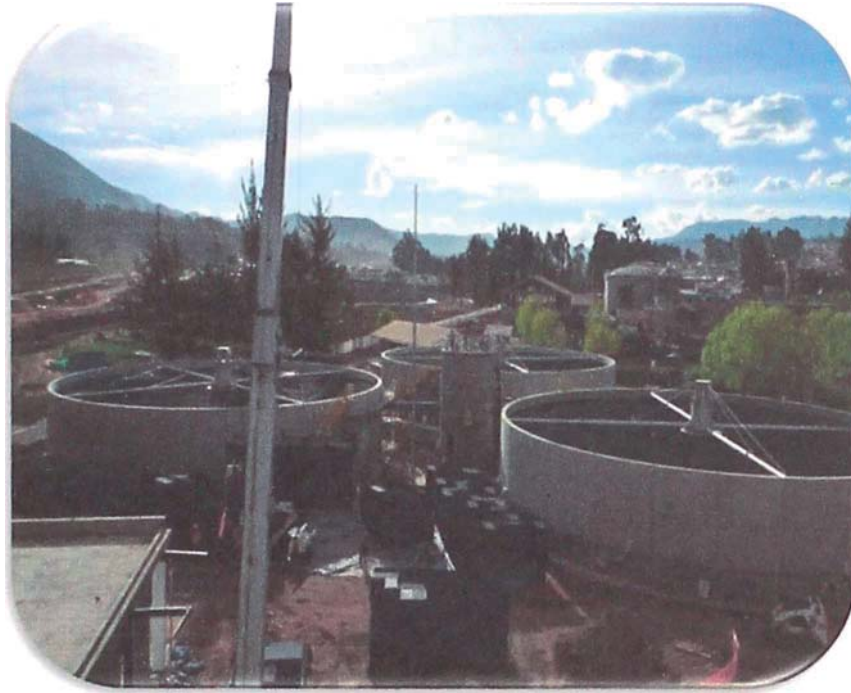
**Cuadro N° 41. Productividad obtenida en la Cámara de Reunión 1**

COD	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO				HH				RATIOS (HH/UND)			COMENTARIOS
			TOTAL		EJECUTADO		TOTAL		ACUMULADO		ORIG	REVISADO	ACUM	
			ORIGINAL	REVISADO	COSAPI	SUBCONTRATO	ORIGINAL	REVISADO	PREVISTO	REAL				
<b>ESPECIALIDAD CIVIL</b>														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>														
B2	Excavación Normal, masiva y eliminación de desmonte	m3	9.57	35.68	35.68	0.00	1.29	10.77	10.77	85.00	0.14	0.30	2.38	Incluye actividades de bombeo de agua
B3	Relleno compactado con Equipo, material propio y de préstamo	m3	6.15	531.91	531.91	0.00	5.23	489.36	101.06	308.00	0.85	0.92	0.58	
<b>OBRAS DE CONCRETO</b>														
CBB	Acero	kg	1,641.23	2,194.17	2,194.17	0.00	82.06	109.71	109.71	176.00	0.05	0.05	0.08	
CAB	Encofrado (Incluye la colocación de Water Stop)	m2	117.34	196.24	196.24	0.00	303.32	511.80	511.80	721.50	2.58	2.61	3.68	
CF	Concreto	m3	27.35	31.51	31.51	0.00	82.05	94.53	94.53	592.50	3.00	3.00	18.80	Incluye actividades de solaqueo y resane de fisuras, para la prueba de Estanqueidad
CF1	Solado	m2	23.74	26.42	26.42	0.00	8.31	9.25	9.25	6.00	0.35	0.35	0.23	
<b>VARIOS</b>														
AJ	Prueba de estanqueidad	Gib	1.00	1.00	1.00	0.00	13.30	13.30	13.30	115.00	13.30	13.30	115.00	
AJ1	Revestimiento con impermeabilizante	m2	109.00	146.90	146.90	0.00	0.00	0.00	0.00	87.00	0.00	0.00	0.59	Actividad presupuestado como subcontrato
G1	Carpintería Metálica	Gib	1.00	1.00	0.10	0.90	41.59	59.70	5.97	187.00	41.59	59.70	1.870.00	La actividad ha sido subcontratado aproximadamente en 90%
<b>ESPECIALIDAD MECÁNICA</b>														
KR	Equipamiento de estructuras (Compuerta Metálica)	Und	2.00	2.00	2.00	0.00	9.62	9.62	9.62	425.00	4.81	4.81	212.50	Cosapi realizó el montaje total de las compuertas
<b>TOTAL</b>										866.01	2,703.00	<b>CPI</b>	0.32	

(Fuente: Cosapi S.A, Noviembre 2013)

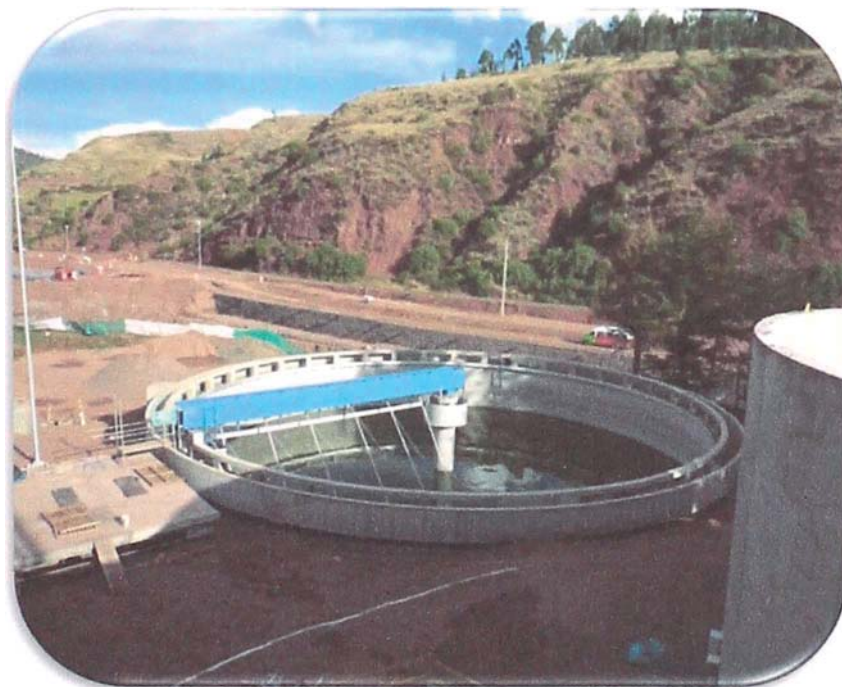
## ANEXO 09

### Imágenes de Obra



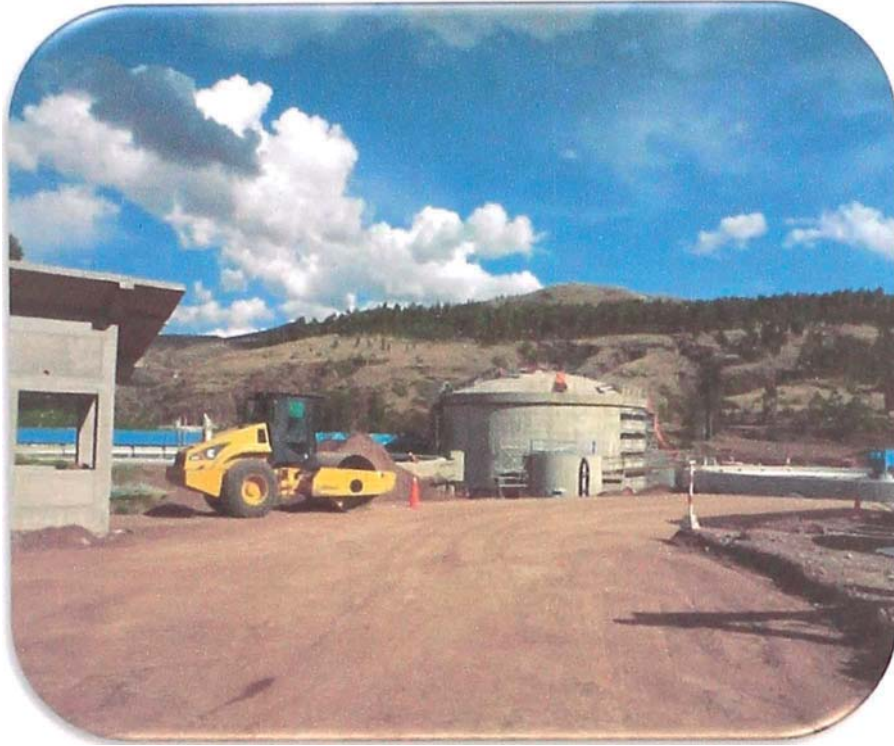
**Figura N° 11.- Vista panorámica de los 3 Filtros Percoladores Primarios 1, 2 y 3**

(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 12.- Vista panorámica del Sedimentador Secundario N°2**

(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 13.- Vista panorámica del Digestor de Lodos**

(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 14.- Vista panorámica del Desarenador Aireado**

(Fuente: Cosapi S.A)





**Figura N° 15.- Vista panorámica del Sedimentador Primario N°2**  
(Fuente: Cosapi S.A)



**Figura N° 16.- Vista panorámica de la PTAR Sedacusco**  
(Fuente: Cosapi S.A)