

SEDAPAL

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima

**POSTULACION AL RECONOCIMIENTO A LA GESTION
DE PROYECTOS DE MEJORA 2007**

**DISMINUCION DE COSTOS INSUMOS QUÍMICOS
PROCESO DE PRE CLORACION – PLANTA LA ATARJEA**

CATEGORIA: EMPRESAS DE SERVICIO

Lima, 28 de mayo de 2007

TABLA DE CONTENIDOS

INFORMACION GENERAL DE LA ORGANIZACION	4
<ul style="list-style-type: none">▪ Razón social, dirección, teléfono, fax, RUC, Código de CIU▪ Categoría a la que participa▪ Primer Ejecutivo de la organización▪ Persona de Contacto▪ Tamaño de la Organización	
ASPECTOS IMPORTANTES DE LA ORGANIZACIÓN	5
MIEMBROS DE LA ALTA DIRECCIÓN	6
TÉRMINO DE ACEPTACIÓN	7
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	8
ORGANIZACIÓN PARA LA CALIDAD	9
Nombre del Equipo Nombres y cargos de los integrantes	
RESUMEN DE POSTULACION	10
GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS	12
RESPUESTAS A LOS CRITERIOS DE CALIFICACION	13
1. LIDERAZGO Y COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCION	13
<ul style="list-style-type: none">1.1 Organización de Soporte para Promover el Trabajo en Equipo1.2 Facilidades Otorgadas a los Equipo de Proyectos de Mejora1.3 Apoyo de la Alta Dirección en la Implementación de las Propuestas de Solución1.4 Reconocimiento a los Equipos del Proyecto de Mejora	
2. IDENTIFICACION Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA	15
<ul style="list-style-type: none">2.1 Análisis de la Estrategia de la Organización y de Oportunidades de Mejora2.2 Impacto en los Resultados de la Organización y Definición del Proyecto	
3. METODO DE SOLUCION DE PROBLEMAS Y HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD	17
<ul style="list-style-type: none">3.1 Método de Solución de Problemas3.2 Recolección y Análisis de la Información3.3 Herramientas de la Calidad3.4 Combinación del Método y las Herramientas	
4. GESTION DEL PROYECTO Y TRABAJO EN EQUIPO	29
<ul style="list-style-type: none">4.1 Criterios para la Conformación del Equipo de Proyecto4.2 Planificación del Proyecto4.3 Gestión del Tiempo4.4 Gestión de la Relación con Personas y Areas Claves de la Organización	

4.5 Documentación	
5. CAPACITACION	31
5.1 Programa de Capacitación del Equipo	
5.2 Evaluación e Impacto de las Actividades de Capacitación	
6. CREATIVIDAD	34
6.1 Habilidad para Encontrar Soluciones de Bajo Costo y Alto Impacto	
6.2 Originalidad de la Solución Planteada	
7. CONTINUIDAD Y MEJORA DE LOS RESULTADOS	35
7.1 Continuidad y Mejora de los Resultados	
8. RESULTADOS	36
8.1 Resultados de Orientación hacia el Cliente Interno/Externo	
8.2 Resultados Financieros	
8.3 Resultados de la Eficiencia Organizacional	
ANEXO 1. AFICHE VALOR TRABAJO EN CONIP	38
ANEXO 2. DESPLIEGUE PLAN OPERATIVO	39
ANEXO 3. REGISTRO GRUPO PROYECTO /DATOS	40
ANEXO 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACION	41
ANEXO 5. DETALLE DE LA EJECUCION (*)	42
ANEXO 6. EJECUCION DEL IEP-2007 (*)	43

INFORMACION GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN

1. DATOS GENERALES

Nombre y Razón social: SEDAPAL Servicio Agua Potable y Alcantarillado de Lima

Domicilio: Autopista Ramiro Prialé N° 210 – El Agustino, Lima-Perú C.P.: Lima,

Teléfono: 317-0000 Fax: 362-5148 R.U.C. 20100152356

Correo electrónico: pmunoznajar@sedapal.com.pe

Página Web: www.sedapal.com.pe

Principal actividad y sector al que pertenece: CIU: 410

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado – Sector de SANEAMIENTO

2. PRIMER EJECUTIVO DE LA ORGANIZACIÓN

Nombre: PEDRO MUÑOZ-NAJAR ROJAS

Cargo: Gerente General (e)

Teléfono: 317-3006

Fax: 362-5148

Correo electrónico: pmunoznajar@sedapal.com.pe

3. PERSONA DE CONTACTO EN LA ORGANIZACIÓN

Nombre: JORGE RUCOBA TELLO

Cargo: Jefe Equipo Productividad con Calidad

Teléfono: 317-3596

Fax: 317-3483

Correo electrónico: jrucoba@sedapal.com.pe

4. TAMAÑO DE LA ORGANIZACIÓN

Número Total de Trabajadores: 2209 (68.18% Empleados y 31.82% Obreros)

Localización de las principales instalaciones: LIMA y CALLAO

5. CATEGORÍA EN LA QUE PARTICIPA: EMPRESAS DE SERVICIO

Empresa : grande (X) mediana pequeña

ASPECTOS IMPORTANTES DE LA ORGANIZACION

Lista de competidores: No aplica, por ser la única empresa de servicios de Agua potable y Alcantarillado de la Ciudad de Lima

Tipo de bienes o servicios que produce: Servicio Agua Potable y Servicio de Alcantarillado

Relación de principales Clientes: No aplica

Relación de principales Proveedores: A nivel SEDAPAL ordenados por monto ejecutado.

PROVEEDORES DE PRODUCTOS Y SERVICIOS - 2007

CONCYSSA S.A.	SERVICIOS
CONSORCIO AGUA AZUL S.A.	BIENES
QUIMPAC S.A. (proveedor de cloro)	BIENES
CONSORCIO IRV S.A.C.	SERVICIOS
CONSORCIO CAM PERU S.R.L.	SERVICIOS
CONSORCIO JNA	BIENES
CONSORCIO SERVI-UNI SAC	SERVICIOS
CONSORCIO SAESEZ	SERVICIOS
CONSORCIO COM S.A. – REGESAC S.R.L.	SERVICIOS
CONSORCIO YASRI ING. SERV. GLES	SERVICIOS

Mercados a los que destina su producción: Población de Lima y Callao

Nombre de la empresa que hace la Auditoría financiera:

La Contraloría General de la República designa la Empresa Auditora. Para el año 2006 fue MGI GUTIERREZ, RIOS Y ASOCIADOS SOCIEDAD CIVIL

MIEMBROS DE LA ALTA DIRECCION DE LA EMPRESA

ECON. PEDRO MUÑOZ-NÁJAR ROJAS
GERENTE GENERAL (e)

ING. RUBEN ENZIAN SANSUY
GERENTE DE PRODUCCION

ING. ALBERTO VILLA GARCIA ORTIZ
GERENTE DE SERVICIOS CENTRO

ING. HUGO SALAZAR NEIRA
GERENTE DE SERVICIOS SUR

ING. JORGE KAWAZO TOKUZO
GERENTE DE SERVICIOS NORTE (e)

ING. FRANCISCO CANTUARIAS LANDA
GERENTE DE PROYECTOS Y OBRAS

ECON. ROBERTO WAKEHAM MAGGIOLO
GERENTE LOGÍSTICA Y SERVICIOS

LIC. CARLOS OLLÉ NAVA
GERENTE DE DESARROLLO E INVESTIGACION

ECON. PEDRO MUÑOZ NÁJAR ROJAS
GERENTE DE FINANZAS

ECON. JORGE BARCO MARTINEZ
GERENTE COMERCIAL

ECON. ROBERTO WAKEHAM MAGGIOLO
GERENTE RECURSOS HUMANOS (e)

TÉRMINO DE ACEPTACIÓN

Declaramos que conocemos las Bases del Reconocimiento a la Gestión de Proyectos de Mejora, correspondiente al año 2007 y al presentar nuestra postulación nos sometemos a ellas de manera irrevocable. Asimismo aceptamos el carácter inapelable de las decisiones del Consejo Evaluador.

Entendemos que esta postulación será revisada por los miembros del Jurado Evaluador. Si nuestra organización fuera seleccionada para ser visitada, aceptamos recibir dicha visita y otorgar facilidades para que los evaluadores realicen una evaluación prolija e imparcial.

Aceptamos pagar las cuotas y los gastos que nos corresponden con arreglo a lo estipulado en las Bases.

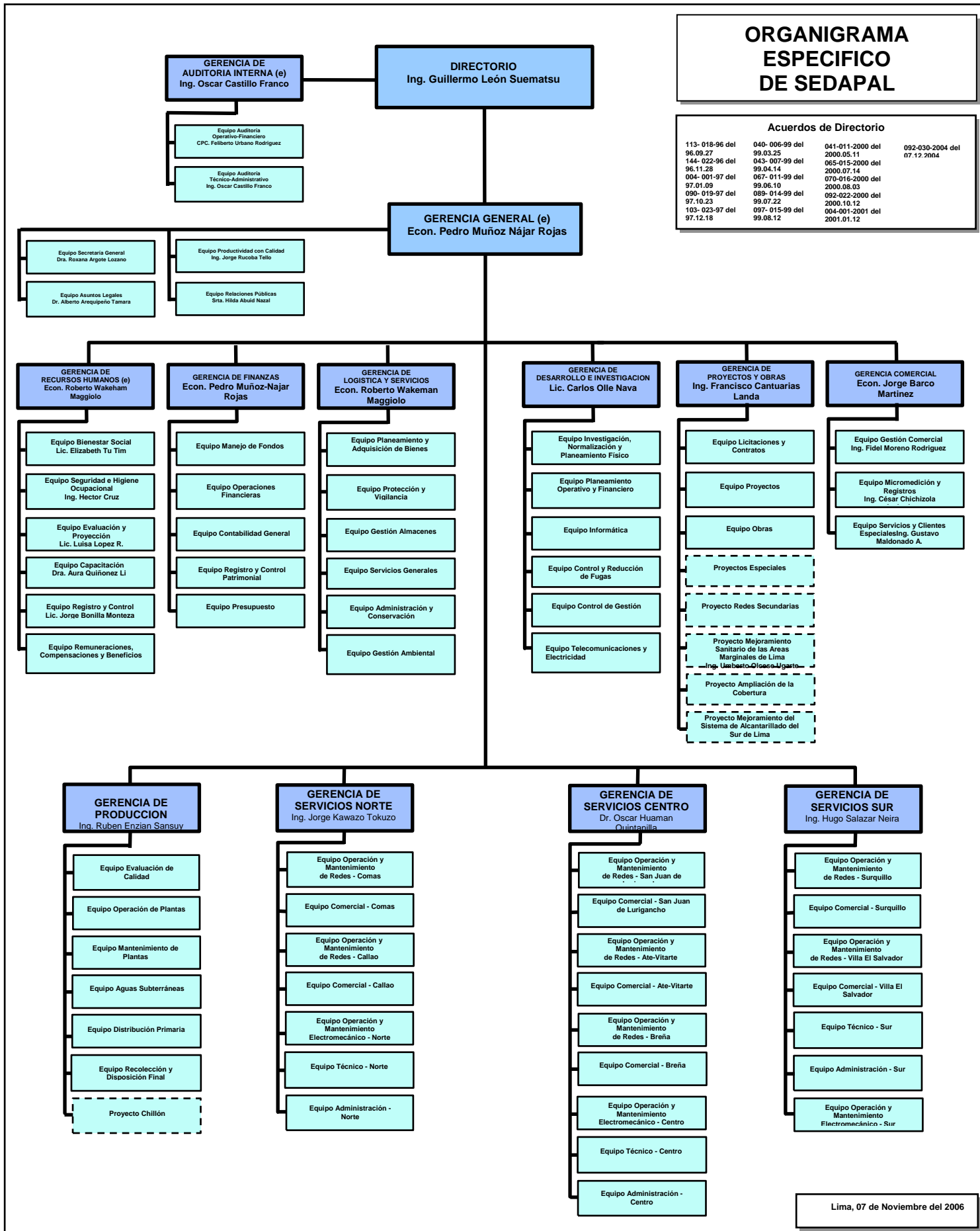
Si nuestra organización resultara ganadora aceptamos compartir información con otras organizaciones en la forma establecida en las Bases.

Lima, 28 de mayo de 2007

PEDRO MUÑOZ NÁJAR ROJAS
Gerente General (e)

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

ORGANIGRAMA ESPECIFICO DE SEDAPAL



ORGANIZACIÓN PARA LA CALIDAD

**GRUPO DE MEJORA:
DISMINUCIÓN DE COSTOS DE INSUMOS QUÍMICOS
PROCESO DE PRE-CLORACIÓN PLANTA LA ATARJEA**

**GRUPO PROYECTO FUNCIONAL:
OPTIMIZACIÓN DEL USO DE INSUMOS QUÍMICOS
EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO LA ATARJEA**

**GERENCIA DE PRODUCCIÓN
EQUIPO OPERACIÓN DE PLANTAS
EQUIPO MANTENIMIENTO DE PLANTAS**

INTEGRANTES	CARGO
Francisco Quezada Neciosup	Especialista en Desarrollo Tecnológico (Líder)
Miriam Vásquez Osorio	Especialista de laboratorio (Secretaria)
Juan Moreno Oscanoa	Especialista de Planta (Miembro)
Angel Mendivil Chipana	Ingeniero de Mantenimiento de Plantas (Miembro)
Lorena Alvaríño Flores	Bióloga de Planta (Miembro)
Juan Vizcarra Palomino	Técnico de Mantenimiento (Miembro)
Macedonio Gutierrez Zamora	Técnico de Operación. De Plantas (Miembro)

RESUMEN DE POSTULACION

El sistema de producción de SEDAPAL utiliza dos fuentes: superficial y subterránea. La fuente superficial se procesa en (i) dos plantas de tratamiento de agua potable con capacidad de 17,5 m³/s ubicadas en La Atarjea, en la margen izquierda del río Rímac; y (ii) una planta de tratamiento con una capacidad de 2,5 m³/s, ubicada en la margen izquierda de la cuenca del río Chillón, administrada por el concesionario Consorcio Agua Azul. Por otro lado, la fuente subterránea está conformada por una batería de 330 pozos disponibles, incluidos los 28 pozos administrados por Agua Azul. A diciembre 2006 la producción de La Atarjea representa el 76% de la producción, el 18% correspondía a la producción de pozos de SEDAPAL y el 6% a los pozos y planta Chillón.

Las Plantas de Tratamiento de La Atarjea cuentan con un proceso de alto nivel tecnológico y operativo que garantiza la calidad del agua potable certificado con ISO 9001 e ISO 14001 que nos compromete a preservar el medio ambiente, mejorando asimismo todos los procesos. La Planta La Atarjea está certificada con ISO 9000 desde el año 1999 en el alcance "Procesos relacionados al tratamiento de agua de la fuente superficial (río Rímac) desde la captación en las bocatomas hasta su almacenamiento en la cámara de regulación y distribución Ovni y los reservorios Vicentelo y La Menacho".

Los procesos de tratamiento realizados por SEDAPAL permiten transformar el agua cruda del río Rímac en agua para consumo humano de calidad segura y totalmente compatible con los límites de calidad propuestos por las Normas Nacionales establecidas por el Ministerio de Salud, INDECOPI (Ex – ITINTEC), y la Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En los últimos años, se ha evidenciado el incremento en el costo de los insumos químicos utilizados en el proceso de Tratamiento de agua, que elevaron en un 27% el índice de eficiencia productiva "Costo de Productos químicos / Volumen de agua producida", desde el año 2003 al 2006.

Con el objeto de disminuir costos en la producción del agua potable, SEDAPAL realizó un estudio de mercado para buscar un insumo alternativo al cloro, se encontraron varios insumos alternativos como el dióxido de cloro y ozono; sin embargo, por la alta demanda no fue posible encontrar proveedor que satisfaga el requerimiento, por lo que la Gerencia de Producción conforma un Grupo Proyecto para reducir el costo de su consumo en un 10%; este grupo queda conformado por profesionales y técnicos de diferentes disciplinas y se denomina "Optimización del uso de Insumos Químicos en la Planta de Tratamiento la Atarjea", el cual se desarrolla utilizando el Método de Solución de Problemas.

En la etapa de identificación del problema, se utiliza un diagrama de Pareto de los costos de insumos químicos utilizados en la Planta y se identifica que el cloro utilizado en el proceso de pre-cloración, es el insumo de mayor importancia a controlar, dado el gran volumen de consumo y el incremento progresivo de su costo en el mercado local, en el cual este insumo subió en un 17% su precio.

En la etapa de observación, se encuentra que el criterio de dosificación de cloro en la pre-cloración está en el rango 3.5 mg/L a 4.2 mg/L; sin embargo, por un criterio de aseguramiento de calidad, la dosificación se mantiene casi constante en el límite superior, es decir 4.2 mg/L, sin tomar en cuenta el ensayo de Demanda de Cloro que se realiza en el Laboratorio de Biología; la calidad microbiológica en el proceso de post-cloración se mantiene de acuerdo a los estándares de calidad.

En la etapa de análisis, se determina que la causa fundamental del problema es que la dosis de cloro aplicado era sólo con el criterio de aseguramiento y el manejo de dosificadores no funcionaban a su máxima capacidad.

En el plan de acción se considera evaluar el criterio de dosificación basándose en la demanda de cloro, el cual consiste en adicionar un plus sobre el valor de la demanda reportada por el Laboratorio de Biología; la fórmula para la dosificación de cloro que se emplea fue Dosis = Demanda de cloro + dosis adicional; la dosis adicional sería 1.50mg/L 1.25 mg/L y 1.0 mg/L en periodos de evaluación de tres semanas cada uno. Asimismo, se incrementa la frecuencia de la

determinación de demanda de cloro a tres veces por día, en cada turno de operación. Finalmente, se plantea aprovechar la máxima capacidad tecnológica de los sistemas de dosificación, automatizando el proceso para tener una mejor precisión en la dosificación.

En la Verificación de los resultados, se encuentra que la dosis óptima de cloro es factible de disminuir sin afectar la calidad de agua requerida para este proceso. Evaluando los registros de producción de agua y consumo de cloro, se evidencia que la dosis ha disminuido de 4.20 mg/L a 3.30 mg/L en el mes de Abril. Esto significa una reducción de la dosis de 0.90 mg/L. Se evalúa la calidad del agua pre-tratada y se determina que cumple con los requerimientos especificados en este proceso.

Por lo tanto se estandarizan las siguientes actividades y métodos para la optimización del proceso de pre-cloración: 1) Dosis de Cloro = Demanda de Cloro + 1.40 mg/L; 2) Realizar un ensayo de demanda de cloro en cada turno, y al inicio de la misma, para obtener la dosis a dosificar y controlar mejor la variación de la calidad del agua captada en las bocatomas y 3) Automatizar el sistema de dosificación para mejorar la precisión en la dosificación, ante la variación de caudal.

En conclusión se determinó que la disminución de cloro fue alrededor del 21.4% en promedio con respecto al mes de Enero, que significa una reducción de consumo de cloro, en la etapa de Pre-cloración, de alrededor de 40 toneladas generando un ahorro promedio para Sedapal de 95 mil nuevos soles mensuales, aportando de esta forma al cumplimiento de los objetivos y metas empresariales de SEDAPAL dentro de su plan operativo del 2007 "Optimizar los costos operativos".

Sin embargo, en un afán de mejora continua y dado que el trabajo ha sido realizado en el periodo de avenida, se profundizara el estudio en condiciones de estiaje típico.

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

CARAR	Conferencia de Avances, Resultados, Acciones y Recomendaciones
CCP	Círculo Creativo Participativo
CI	Comité Interfuncional
GP	Grupo Proyecto (Funcional e Interfuncional)
GPF	Grupo Proyecto Funcional
GPI	Grupo Proyecto Interfuncional
I&S	Programa de Ideas y Sugerencias
MSP	Método de Solución de Problemas
PPCC	Proceso Productividad con Calidad
EOP	Equipo Operación de Plantas
EMP	Equipo Mantenimiento de Plantas
CT	Coliformes Totales
CTT	Coliformes Termotolerantes
BH	Bacterias Heterotróficas
DCI	Demanda de Cloro
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
NMP	Número más probable
PEVA	Ciclo (Planear, Ejecutar, Verificar y Actuar)
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SGI	Sistema de Gestión Integrado Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud Ocupacional.

RESPUESTA A LOS CRITERIOS DE CALIFICACION

1. LIDERAZGO Y COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN

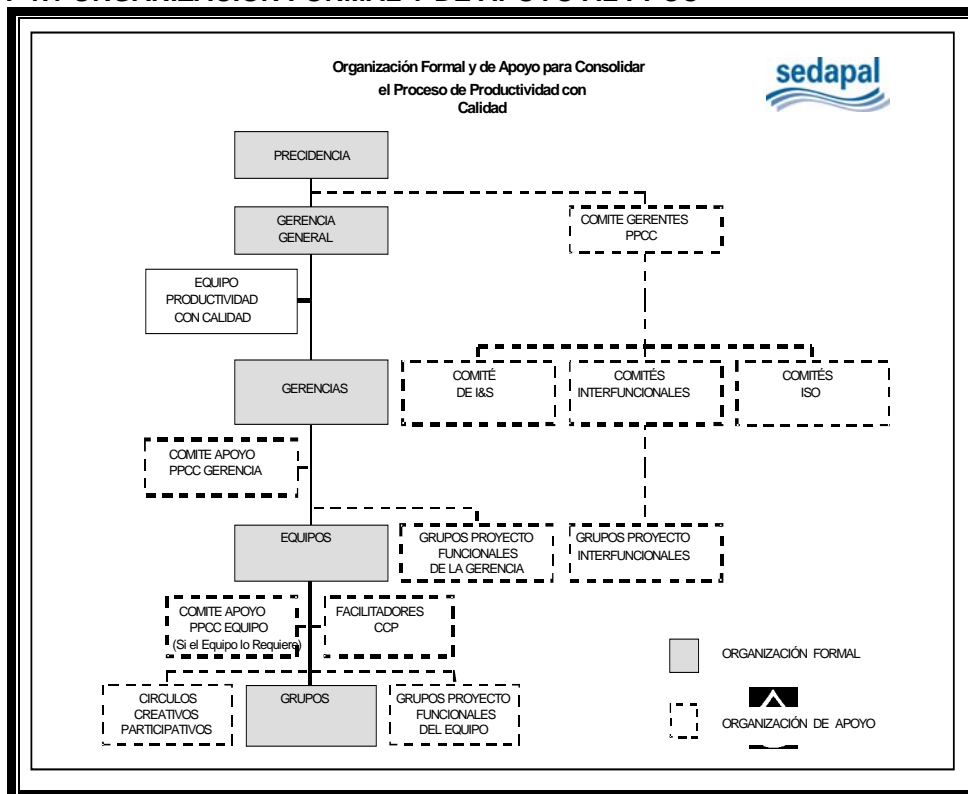
1.1 Organización de Soporte para Promover el Trabajo en Equipo

Desde 1996 SEDAPAL trabaja con un Modelo de Gestión basado en los principios de calidad total, denominado Proceso Productividad con Calidad – PPCC, dentro del cual la empresa tiene formalizada su Visión, Misión y Valores, asimismo se puede apreciar la importancia que tiene para SEDAPAL el “Trabajo en Equipo”, al considerarse como uno de los cinco Valores de la empresa (ver afiche en Anexo 1).

El modelo Proceso Productividad con Calidad, tiene 8 Enfoques Estratégicos cuyo desarrollo en todas las áreas de la organización es evaluado sistemáticamente. Los Enfoques Estratégicos que promueven el trabajo en Equipo son los siguientes:

- El Enfoque “Planificación y Organización” formaliza una Organización de Apoyo al PPCC, (ver *Figura 1. 1*) que facilita los Grupos de Mejora Grupos Proyecto, Círculos Creativos Participativos-CCP e Ideas y Sugerencias-I&S). Los Grupos Proyecto Funcionales - GPF se crean al interior de los Equipos y Gerencias.

FIGURA 1.1 ORGANIZACIÓN FORMAL Y DE APOYO AL PPCC



- El Enfoque “Pensamiento y Disciplinas Productivas” promueve la práctica de cinco Valores, inclusive con taller de 8 horas, entre los cuales se tiene el “Trabajo en Equipo”.
- El Enfoque Estratégico “Liderazgo y Participación” mide la cantidad y calidad de los proyectos elaborados por los grupos de mejora: GPI, GPF, CCP; también contempla que los líderes se involucren personalmente en la mejora de las siguientes formas:
 - El Comité de Gerentes PPCC dirige el PPCC y los Comités Interfuncionales.

- Los Gerentes y Jefes de Equipos son responsables de conformar los GPF, según sus necesidades.
- Los Jefes de Equipo son los coordinadores de los CCP en sus Equipos.
- La elección de los mejores trabajos de Grupos Proyecto Funcionales y CCP están a cargo de los Jefes de Equipo y Gerentes. La elección de los mejores trabajos a nivel empresa está a cargo del Comité de Gerentes PPCC.

1.2 Facilidades Otorgadas a los Equipos de Proyectos de Mejora

Nuestro modelo de gestión contempla que todo presupuesto es tratado dentro de la organización formal, cuando se trata de un GPF como en este caso, el presupuesto es otorgado por las áreas interesadas, si el monto excede la capacidad del área, la Gerencia General puede asignar presupuesto adicional para la mejora.

El apoyo logístico de infraestructura, materiales de trabajo y mobiliario de los grupos de mejora es suministrado por las áreas buscando así que el personal tenga todas las facilidades para trabajar en un ambiente propicio y motivador.

Los GPF mantienen comunicación con el Jefe de Equipo o Gerencia; los grupos de mejora son expuestos en las reuniones de retroalimentación y los mejores trabajos se exponen en las CARAR de las Gerencias, en este caso en el CARAR de la Gerencia de Producción. Como medios de comunicación complementarios se utilizan: el correo electrónico, intranet, paneles y vitrinas.

Las reuniones principalmente se realizan en el horario normal de trabajo.

1.3 Apoyo de la Alta Dirección en la Implantación de las Propuestas de Solución

El Proceso de Productividad con Calidad–PPCC promueve la conformación de grupos de mejora, con el objetivo de mejorar los resultados empresariales y elevar el potencial de sus integrantes, por ello se ha definido la organización de Apoyo al Proceso mostrado en la Figura 1.1 (pág.12)

Los GPF están conformados por personal de la misma área y su participación es aprobada por los Jefes de Equipo y Gerentes, en el caso de los Grupos Proyecto Interfuncionales (participación de personal de por lo menos 2 gerencias) es aprobada por la Gerencia General o los Comités Interfuncionales. (ver Anexo 3-A)

Todo proyecto de mejora abordado por los GPF y GPI tiene por objeto solucionar algún problema específico, que repercute en el buen resultado de los indicadores de gestión de la empresa por lo que la Alta Dirección considera de mucha importancia apoyar en la implementación de dichos proyectos y lo realiza de la siguiente manera:

- Las nuevas prácticas provenientes de un grupo de mejora son aprobadas por el Jefe del Equipo funcional
- En caso se trate de un GPF el proyecto de mejora es aprobado por la Gerencia de área. En la etapa de implementación se entrena al personal involucrado en la mejora si así lo requieren.
- Las nuevas prácticas a raíz del proyecto de mejora son difundidas a través del Intranet Corporativo, de la realización de CARAR a nivel gerencia y empresa así como también durante la Semana de la Calidad de nuestra Empresa.

1.4 Reconocimiento a los Equipos del Proyecto de Mejora

Los mecanismos que utiliza SEDAPAL para el reconocimiento de trabajos de grupos de mejora son los siguientes:

- CARAR de Gerencia: Conferencia en la que se presentan los Proyectos de Mejora y se seleccionan los mejores trabajos de la empresa y se realiza semestralmente.
- Semana de la Calidad: que contempla una Reunión anual donde participa el íntegro de los trabajadores y se exponen los mejores trabajos, reconociéndolos públicamente.
- Participación externa: Los mejores trabajos son seleccionados para representar a la Empresa en eventos externos como en esta ocasión postulando al Reconocimiento a la Gestión en Proyectos de Mejora.
- Evaluación del Desempeño: Se evalúa entre otros la participación en el PPCC a través de los CCP, GP, I&S. El resultado de la evaluación de desempeño es considerado para las promociones del personal.
- Crédito por Productividad: Consiste en una bonificación especial por los logros alcanzados por el trabajador y es obtenido a través de los resultados de la evaluación del desempeño.

Todos estos reconocimientos se enmarcan dentro de la política institucional de personal que se encuentra en: Guía del Programa de Reconocimiento, Guía de Grupos de Mejora y Lineamientos para Realización de CARAR.

2. IDENTIFICACION Y SELECCIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA

2.1. Análisis de la Estrategia de la Organización y de Oportunidades de Mejora

La Figura N° 2.1 muestra el sistema de gestión de la empresa basada en el Modelo del Instituto de Desarrollo Gerencial de Brasil, es dividida en: la formulación estratégica y el gerenciamiento de las directrices y de proyectos, con horizonte de un año. El gerenciamiento por las directrices se divide en gerenciamiento de las mejoras y el gerenciamiento de la innovación.

La formulación estratégica da la dirección correcta, a partir del cual las metas de la organización son establecidas. El gerenciamiento por las directrices y la dirección de proyectos tratan de alcanzar sus metas anuales.

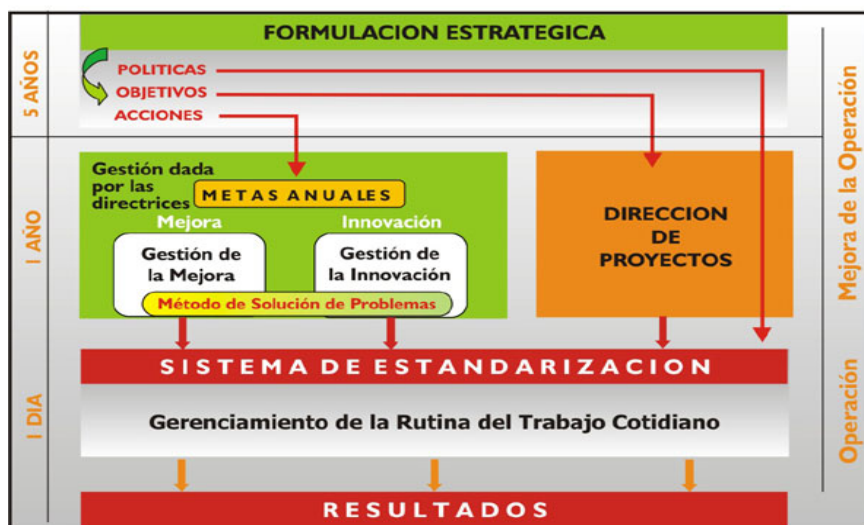
SEDAPAL viene ejecutando su Plan Quinquenal 2006 - 2010, para ello anualmente se establecen los objetivos, políticas y estrategias acordes con la Misión y Visión. Los 4 objetivos empresariales se despliegan a los objetivos de primer nivel, objetivos de segundo nivel y por último los objetivos de los equipos. En el Anexo 2 se aprecia el despliegue desde el Objetivo Empresarial Mejorar la Eficiencia Económica Financiera hasta el Objetivo de 2° nivel Optimizar Costos Operativos.

En el Gráfico 3.1 se aprecia que los costos de insumos químicos por volumen de agua producida entre el 2003 y el 2006 se han incrementado de 0.017 S/./m³ a 0.022 S/./m³.

La tendencia en un aumento de costos ocasionado por el alza de los productos químicos nos lleva la necesidad de revisar nuestros procesos internos y todos los mecanismos que para este fin tiene la empresa.

El Proyecto de Mejora Optimización de Insumos Químicos en la Planta de Tratamiento La Atarjea, a través del trabajo de mejora sobre la Disminución de costos de insumos químicos en el Proceso de Pre-Cloración de la Planta La Atarjea, está aportando con la optimización de costos operativos relacionado a todos sus objetivos particulares

FIGURA 2.1 MODELO DE GESTIÓN



2.2. Impacto en los Resultados de la Organización y Definición del Proyecto

En este Grupo Proyecto Funcional la selección del problema la realizó la Gerencia de Producción que identificó el problema en el “registro del grupo proyecto” del 10 de octubre del 2006 (Anexo 3-A) como “en los últimos meses se aprecia un aumento de los costos del cloro y otros insumos químicos de 700 000 a 900 000 nuevos soles para la misma materia prima y calidad de salida” y se fijan los objetivos del proyecto como disminuir los costos en un 10% como mínimo solo con control operacional”, los grupos proyecto tienen un plazo de 6 meses para mostrar sus resultados. Tan importante es el consumo de cloro en SEDAPAL que en los factores clave de la organización se aprecia que figura como el tercer proveedor de productos y servicios de la empresa.

El grupo tenía varias alternativas de trabajo priorizadas según los siguientes criterios: respuesta al plan estratégico, control o mejora de aspectos básicos, urgencia en calidad, cantidad, costos u oportunidad, la mejora potencial, retorno sobre inversión y facilidad de solución tecnológica; los cuales se volcaron en el siguiente cuadro, donde incluso se puede ver la calificación en base a 5 criterios.

Proyectos Planteados

PROYECTOS	Q	C	E	M	I	TOTAL
Estudio de alternativas para la reducción de sulfato de cobre en el Proceso de Tratamiento.	2	2	3	2	1	10
Estudio de evaluación de coagulantes en el mercado para el tratamiento de agua potable.	2	4	3	2	3	14
Repotenciación de los equipos de campo automatizados.	2	2	3	3	1	11
Migrando el sistema scada a una versión actualizada y de mejores prestaciones.	1	2	3	1	2	9
Rehabilitación de la planta Convencional de la Planta 1.	2	4	3	1	2	12

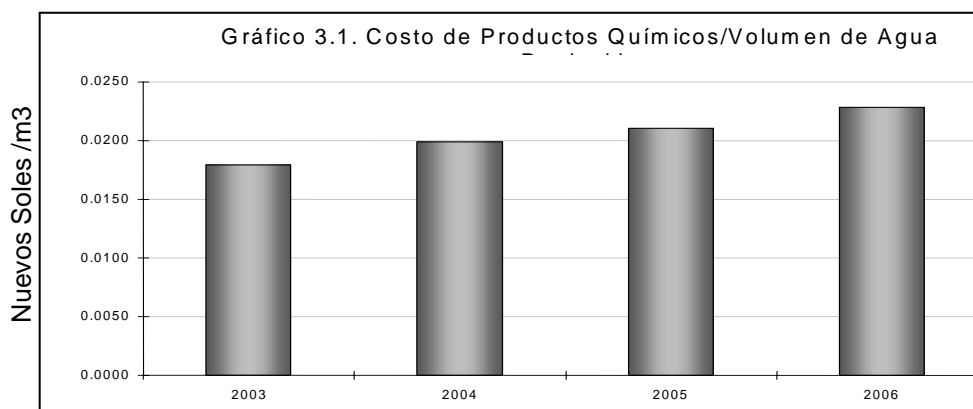
Q – calidad (mejora en alcanzar disminución de costos)
 C – costo
 E – entrega (en volumen o caudal)
 M – motivación de las personas
 I – inversión
 La calificación es el 1 al 5 directa.

3. METODO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD

Como introducción se presenta la historia del control de calidad tal como se aplica en SEDAPAL, algunas respuestas son complementarias a sub-criterios similares del premio.

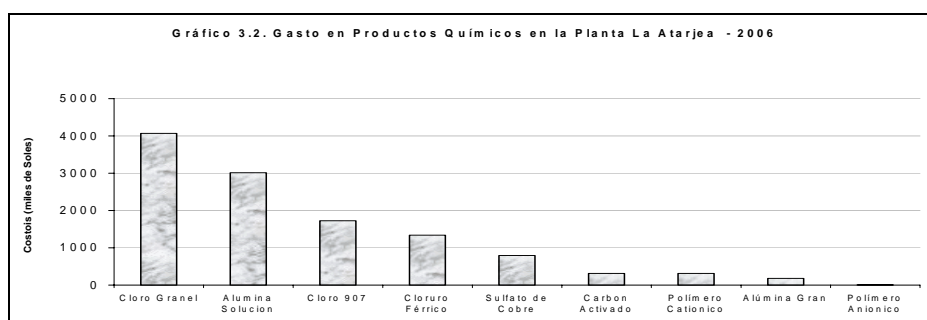
A. Identificación del problema

En el gráfico N° 3.1 se muestra la variación del indicador del eficiencia Productiva “Costo de Productos Químicos / Volumen de Producción “, desde el año 2003 hasta el año 2006, el costo de producción de agua en el periodo se ha incrementado en 27% en dicho periodo.



El tratamiento de agua potable en la Atarjea tiene dos etapas de cloración (1) la etapa de la pre-cloración cuyo objetivo es disminuir la alta carga bacteriana que tiene el río Rímac que ha ingresado por las compuertas y ha pasado por un proceso de desarenación; y se lleva a cabo al ingreso de los estanques reguladores; y (2) la etapa de la postcloración cuyo objetivo es la desinfección final, después del proceso de filtración, asegurando la presencia de cloro residual libre a la salida de las plantas y que éste se mantenga a lo largo de las redes de distribución, como garantía de la distribución de agua potable segura.

En la etapa de pre-cloración se usa el cloro a granel en isotanques de 16 TN y siendo que el gráfico N° 3.2, muestra que el cloro a granel es el producto químico que más costos genera en el tratamiento de agua (en el año 2006, cuatro millones de nuevos soles); el presente trabajo se enfocará a la optimización de su uso en el proceso de pre-cloración de La Planta La Atarjea.



B. Observación del Problema

Los precios de los productos químicos han tenido un incremento importante en los últimos años, siendo el más significativo el cloro cuyo incremento fue de 17% desde el año 2003: El cloro usado en planta se adquiere en dos presentaciones Cloro 907, el cual es abastecido en cilindros, y cloro granel, en tanques de 16 toneladas, en el Cuadro N° 3.1 se muestra esta variación.

Cuadro N° 3.1. Evolución de los Precios de los Productos Químicos

Costo de Insumos Químicos (Nuevos soles/Kg)										
Año	Cloruro Férrico Solución	Sulfato de Aluminio Solución	Sulfato de Aluminio Granulado	Cloro 907	Cloro Granel	Sulfato de Cobre	Polímero Aniónico	Polímero Cationico	Cal	Carbón Activado
1997	0.34	0.25	0.74	1.22	1.17	2.07	5.41	3.62	0.02	
1998	0.41	0.28	0.53	1.66	1.53	2.39	11.41	3.62	0.17	
1999	0.48	0.31	0.61	1.81	1.70	2.51	11.41	4.09	0.17	
2000	0.49	0.16	0.72	1.92	1.80	2.64	9.11	4.77	0.17	2.32
2001	0.49	0.17	0.70	1.87	1.75	2.61	9.11	4.59	0.17	2.32
2002	0.51	0.18	0.73	1.94	1.81	2.61	9.11	4.87	0.17	2.32
2003	0.50	0.19	0.73	1.89	1.77	2.50	9.42	4.77		
2004	0.48	0.26	0.78	1.96	1.84	2.43	9.42	4.44		
2005	0.47	0.26	0.78	1.96	1.84	3.84	9.42	4.34	0.46	4.96
2006	0.47	0.27	0.78	2.16	2.04	7.25	9.42	4.34		4.96
Promedi	0.46	0.23	0.71	1.84	1.73	3.09	9.32	4.35	0.19	3.38
Máxim	0.51	0.31	0.78	2.16	2.04	7.25	11.41	4.87	0.46	4.96
Mínim	0.34	0.16	0.53	1.22	1.17	2.07	5.41	3.62	0.02	2.32

Para disminuir la alta carga bacteriana que tiene el río Rímac, se dosifica cloro en las estaciones de pre-cloración de Santa Rosa N°1 y 2, esta dosificación se encuentra especificada en el Sistema de Gestión Integrado de Sedapal - SGI, cuyo rango es de 3.50 mg/L a 4.20 mg/L, el criterio de dosis de cloro es igual a la demanda de cloro + 2 mg/L, con un máximo de 4.2 mg/L que debido a un criterio de aseguramiento de calidad se mantuvo constante, sin tener en cuenta la demanda de cloro.

La medición de la demanda de cloro se realiza una vez por día las dosis aplicadas tienen una moda en 4.20 mg/L tal como se aprecia en los gráficos N° 3.3 y 3.4.

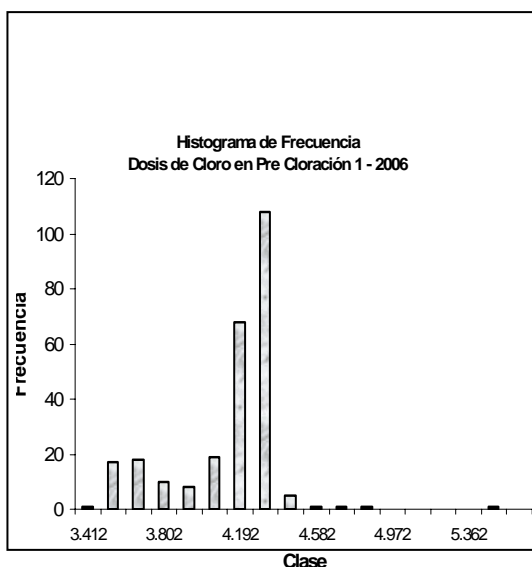


Gráfico N° 3.3

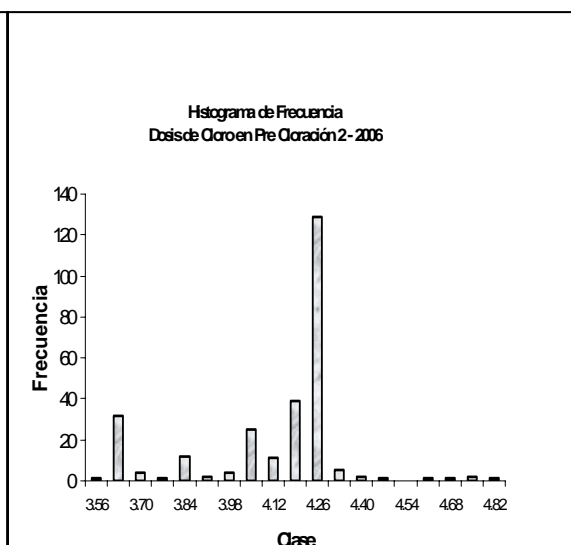
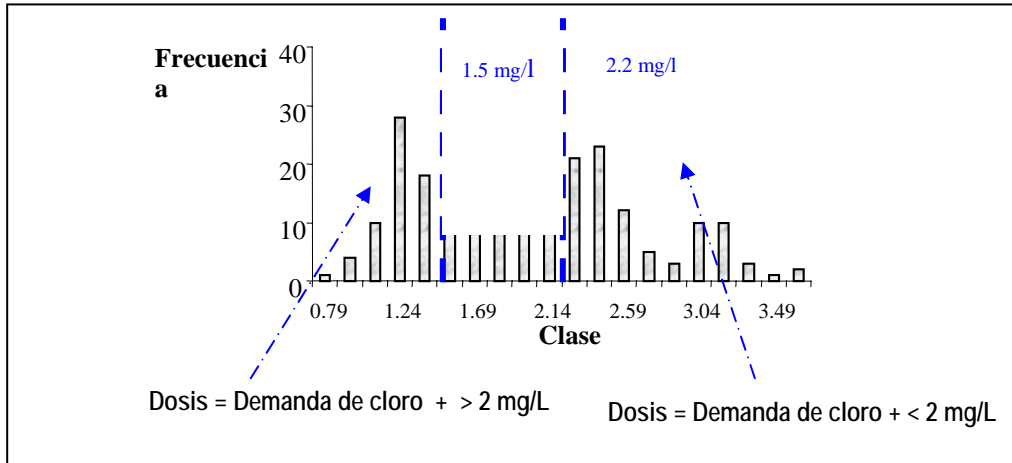


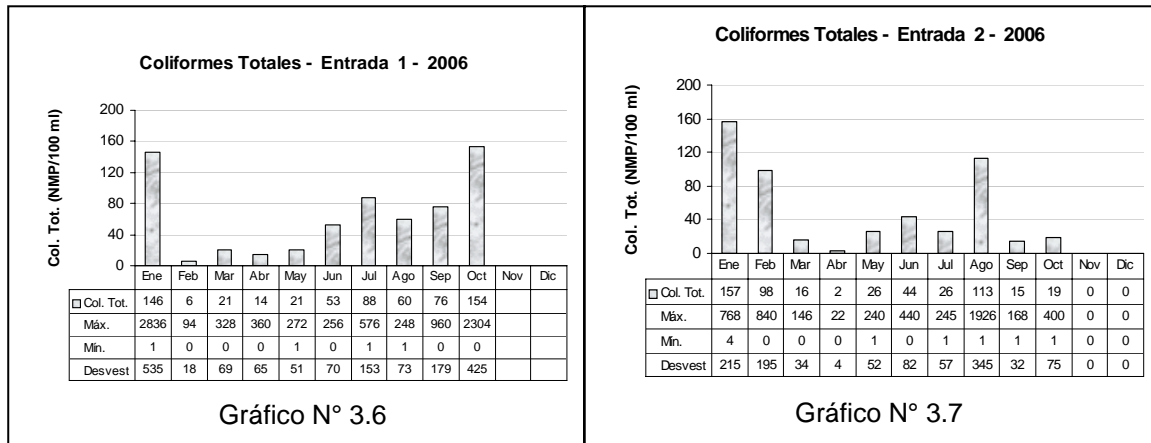
Gráfico N°3.4

En el gráfico N° 3.5, se muestra la distribución de registros de demanda de cloro en Santa Rosa 1 (en Santa Rosa 2 es similar), se puede observar que un porcentaje ha sido superior a 2.2 mg/L, esto significa que la dosis adicional aplicada ha sido **menor a 2.0 mg/L**, del mismo modo un porcentaje ha sido menor a 1.50 mg/L, esto significa que la dosis de cloro adicional a la demanda de cloro ha sido **mayor a 2.0 mg/L** no cumpliéndose el criterio de dosificación.

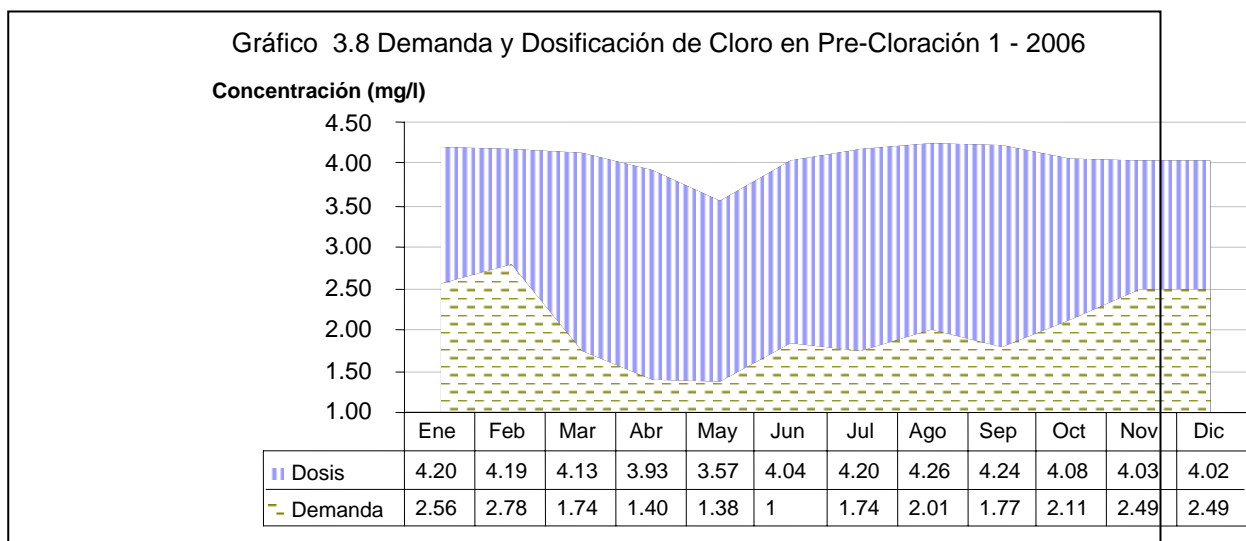
Gráfico 3.5 Frecuencia de Demanda de Cloro en Pre-Cloración 1 - 2006



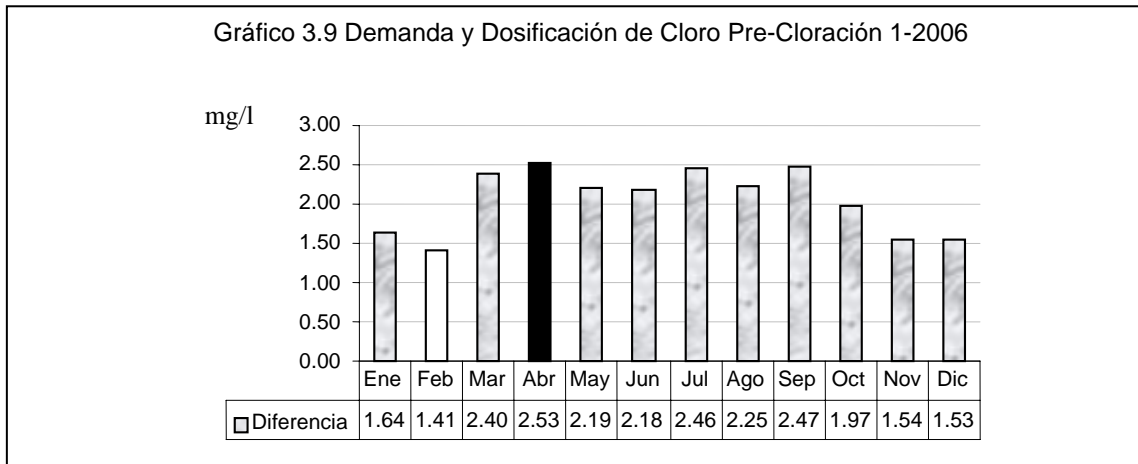
Los gráficos 3.6 y 3.7 muestran que a pesar que la demanda pueda ser mayor las dosis aplicadas de 4.20 mg/L, los resultados han sido satisfactorios en el control microbiológico del agua. Por tanto se podría decir que la dosis de **2 mg/L** en la práctica puede ser menor.



El gráfico N° 3.8 estratifica por mes la demanda promedio de cloro y la dosis dosificada en Santa Rosa 1 el 2006 (Santa Rosa 2 es similar), se observa que la demanda de cloro es mayor los meses de enero, febrero y diciembre.



El gráfico 3.9 muestra que el cloro adicional a la demanda es mínimo en febrero con 1.41 mg/L; y máximo de 2.53 mg/L en Abril.

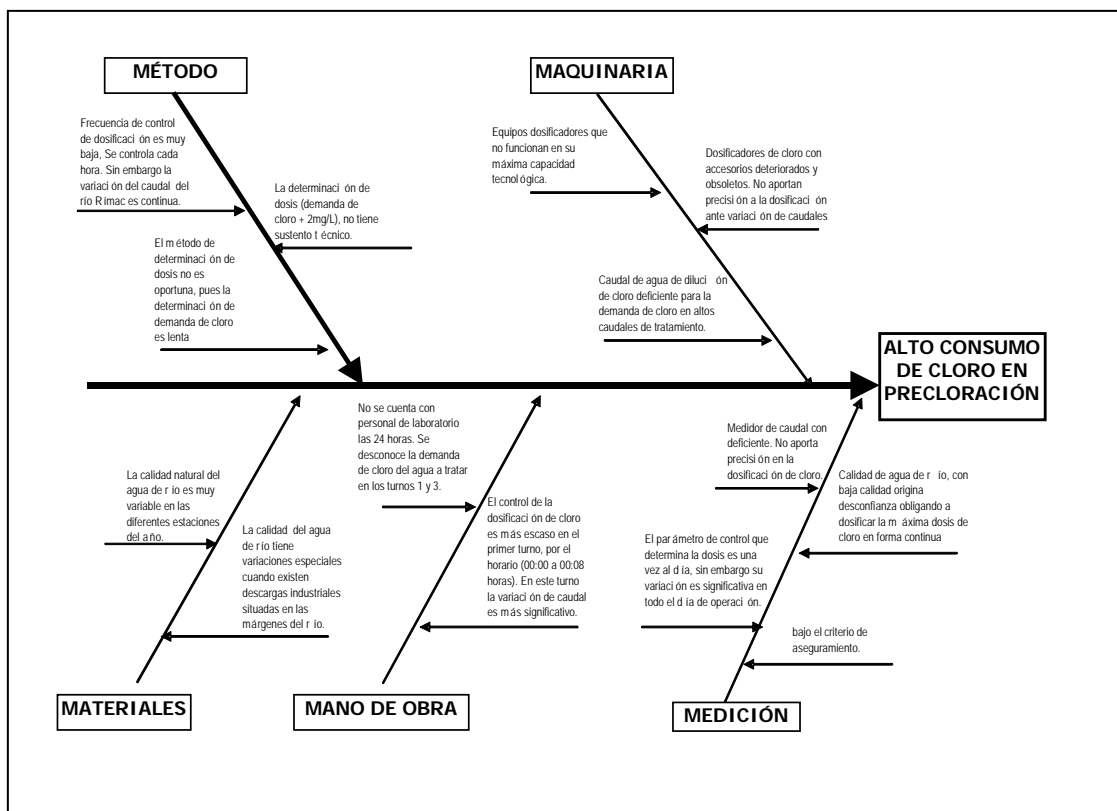


También se observa que la dosificación es manual y discreta, se programan los cloradotes con un volumen de cloro en función a un caudal teórico y la demanda de cloro observada; sin embargo, tanto la demanda como el caudal son variables en el tiempo. Los equipos cloradores cuentan con sistema de automatización, tecnología que no han sido aprovechadas en su máxima capacidad.

C. Análisis del Problema

Empleando una "lluvia de ideas" se elaboró en diagrama de "causa – efecto" mostrado en la Figura N° 3.1 y en el Cuadro N° 3.2.

Figura 3.1 Diagrama de Causa Efecto



Cuadro 3.2. ANALISIS DE CAUSAS FUNDAMENTALES

Factores	Causas Fundamentales
Medición	Dosis de cloro invariable. Se dosifica con la máxima dosis, bajo el criterio de aseguramiento La determinación de dosis (demanda de cloro + 2mg/L), puede ser optimizada.
Mano de Obra	No se cuenta con personal de laboratorio las 24 horas. Se desconoce la demanda de cloro del agua a tratar en los turnos 1 y 3.
Maquinaria	Equipos dosificadores que no funcionan en su máxima capacidad tecnológica. No dan valor agregado en la precisión de la dosificación.
Método	Frecuencia de control de dosificación es muy baja, Se controla cada hora. Sin embargo la variación del caudal del río Rímac es continua.

D. Plan de acción

D.1. Medición: Determinación de dosis óptima de cloro, que se sumará a la demanda de cloro del agua a tratar, se planteó disminuir gradualmente la dosis de cloro adicional hasta encontrar una dosis adicional óptima, que cumpla con los requerimientos de agua pre tratada y obtener la dosis que halla sido posible cumplir en conformidad con el dato del consumo real efectuado.

Dosis = Demanda de cloro + 1.50 mg/L

Dosis = Demanda de cloro + 1.25 mg/L

Dosis = Demanda de cloro + 1.00 mg/L

D.2 Mano de Obra: Aumentar el análisis de demanda de cloro en tres turnos, los técnicos de laboratorio de biología analizarán la calidad del agua captada en las bocatomas, tres veces al día, una vez por turno. Este registro será entregado a los ingenieros de planta para que se calcule la dosis y sea aplicada en los procesos de pre-cloración.

Paralelamente a este análisis se realizarán evaluaciones de otros parámetros de calidad y de procesos, para verificar el cumplimiento de los requerimientos de calidad de agua pre tratada especificados en el SGI de Sedapal.

En el cuadro N° 3.3 se muestra el Plan de Acción para la ejecución las actividades D.1 y D.2.

**Cuadro
N°3.3**

Programa de Evaluación de Dosis Óptima en Proceso de Pre Cloración

Control de Parámetros de Calidad		Dosis = Demanda de Cloro + 1.50 mg/L 20/12/2006 al 09/01/2007		Dosis = Demanda de Cloro + 1.25 mg/L 10/01/2007 al 30/01/2007		Dosis = Demanda de Cloro + 1.00 mg/L 31/01/2007 al 20/02/2007	
Proceso	Parámetros de Control	Demanda de Cloro	Coliformes Termotolerantes	Demanda de Cloro	Coliformes Termotolerantes	Demanda de Cloro	Coliformes Termotolerantes
	Horario						
Boc. 1 y 2	2:00	X		X		X	
	10:00	X	X	X	X	X	X
	18:00	X		X		X	
Entr. 1 y 2	2:00						
	10:00		X		X		X
	18:00						
Fil. 1 y 2	2:00	X		X		X	
	10:00	X		X		X	
	18:00	X		X		X	

Responsables de Muestreo			
Parámetros de Control	Demanda de Cloro	Coliformes Termotolerantes	Cloro Residual
Horario			
2:00	Técnico de Cloro		Técnico de Cloro
10:00	C. Barzola y/o Técnico de Cloro	Dante Banda	Técnico de Cloro
18:00	Técnico de Cloro		Técnico de Cloro

Responsables de Análisis y Reporte			
Parámetros de Control	Demanda de Cloro	Coliformes Termotolerantes	Cloro Residual
Horario			
2:00	Técnico de Cloro		Técnico de Cloro
10:00	C. Barzola y/o Técnico de Cloro	Dante Banda	Técnico de Cloro
18:00	Técnico de Cloro		Técnico de Cloro

D.3. Maquinaria: Optimizar y utilizar la máxima capacidad tecnológica de equipos dosificadores, reparando y renovando sus componentes de automatización. Se retirarán los equipos dosificadores para el mantenimiento y optimización de sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, del sistema automático.

D.4 Método: Automatizar la dosificación de cloro en función del caudal y de la dosis en función de la demanda de cloro en los tres turnos del día, se diseñará una arquitectura de hardware, software y comunicación, donde la arquitectura de comunicación permite la interconexión de todo el sistema de hardware como Evaporador, clorador, bombas, manómetros y caudalímetro para dosificar cloro en automático en la estación de Pre-Cloración Santa Rosa 1.

La dosificación automática está basada en la filosofía operacional del sistema que se basa para calcular los kilogramos 24 horas $QxDxKxT = Kg/24 \text{ hrs}$, fórmula que será procesada por el controlador de tecnología de punta con funciones PID y FAZZY LOGIC (Lógica Difusa) y bloque de función, también se ejecuta el montaje de la infraestructura de control automático (Cableado, tableros eléctricos, hardware y estación de trabajo); así mismo se ejecutó la instalación y configuración de software de control y supervisión y los protocolos de prueba.

También se instalara un nuevo sensor de nivel, más moderno y de mayor precisión, para la medición de caudal en Santa Rosa N°1.

En el cuadro N° 3.4 se muestra el plan de acción de las actividades D.3 y D.4.

Cuadro N° 3.4 Plan de Acción

N°	Actividad	Responsable	Programa									
			Octubre	Noviembre					Diciembre			
			S-5	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-1	S-2	S-3	S-4
1.0	Automatización de proceso de dosificación de cloro											
1.1	Revisión de y puesta en operación de sistema automático de clorador VNOCH	Vizcarra	X									
1.2	Revisión y puesta en operación de sistema de distribución de cloro (Isotank - Clorador)			X								
1.3	Instalación de sensor de nivel y caudal Miltronics	Vizcarra y Muñoa		X	X							
1.4	Montaje de infraestructura de control automático (Cableado, tableros eléctricos, hardware y estación de trabajo)	Vizcarra				X	X	X				
1.5	Instalación de software de control y supervisión								X	X		
1.6	Protocolo de pruebas	Quezada Vizcarra										X

E. Ejecución

Actividades D.1 y D.2. Los planes de acción fueron entregados a los responsables para su ejecución, pero también se retroalimentó a los ingenieros, técnicos y operarios de planta para su seguimiento y ejecución en los horarios de tarde y amanecida. Los biólogos y técnicos de laboratorio de biología y desinfección, adicionaron a sus actividades la determinación de demanda de cloro en los dos turnos faltantes.

Los resultados de los análisis de demanda fueron entregados a los operadores de planta para la dosificación de cloro en los procesos de pre-cloración.

El cambio de criterio de aseguramiento de la calidad de 4.20 mg/L a valores menores como por ejemplo 2.60 mg/L, dosis nunca antes utilizada originó cierta resistencia. Esto generó que el programa no se cumpliera al 100% conforme se había programado, respecto a la dosificación planificada, sin embargo se logra disminuir la dosis aplicada con un solo concepto de 4 o 4,2 mg/L a pesar de la variación de la calidad del agua del río Rimac.

Actividades D.3 y D.4. El técnico de mantenimiento realizó el mantenimiento de los equipos dosificadores de cloro de pre-cloración N°1, acondicionando el sistema mecánico, eléctrico y electrónico del equipo lográndose su automatización y uso efectivo dentro del proceso.

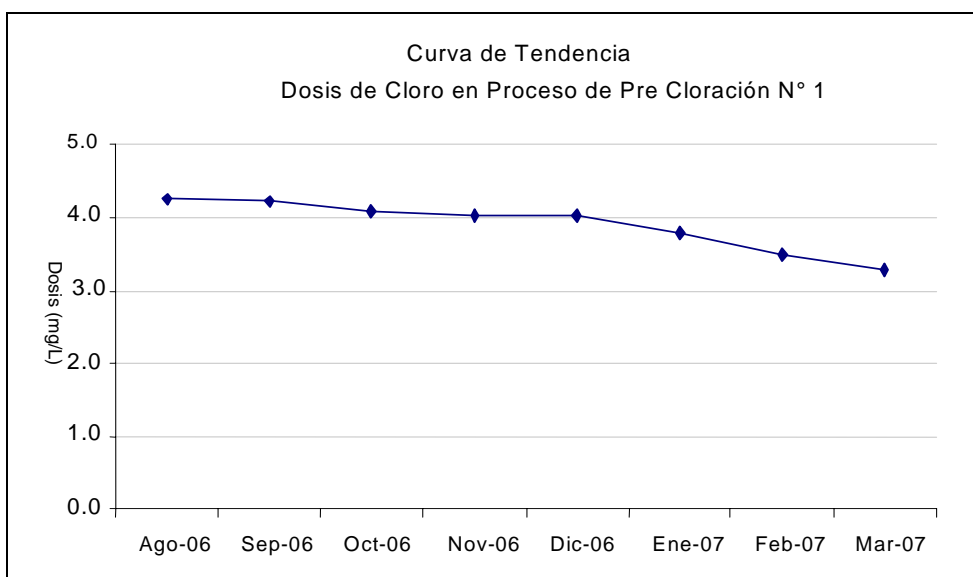
En virtud de los recursos obtenidos, se logró automatizar un clorador de Santa Rosa N°1, el cual fue usado en la dosificación de cloro en las fechas programadas.

En el Anexo N° 4 contiene una breve descripción de la implementación de la actividad de automatización

F. Verificación

Al comparar la dosis de cloro empleada en toda la etapa de prueba con respecto a la que se obtuvo en meses previos al trabajo, se aprecia una disminución de 0.9 mg/L, desde 4.2 mg/L hasta 3.3 mg/L en promedio. En el Gráfico 3.10 de pre-cloración de Santa Rosa N°1, se muestra esta disminución hasta marzo 2007, En Santa Rosa N° 2 se aprecia un ahorro similar.

Gráfico 3.10 Dosis de Cloro en Proceso de Pre-cloración N° 1



En el gráfico N° 3.11 se aprecia una disminución promedio por mes de 40 toneladas en 4 meses.

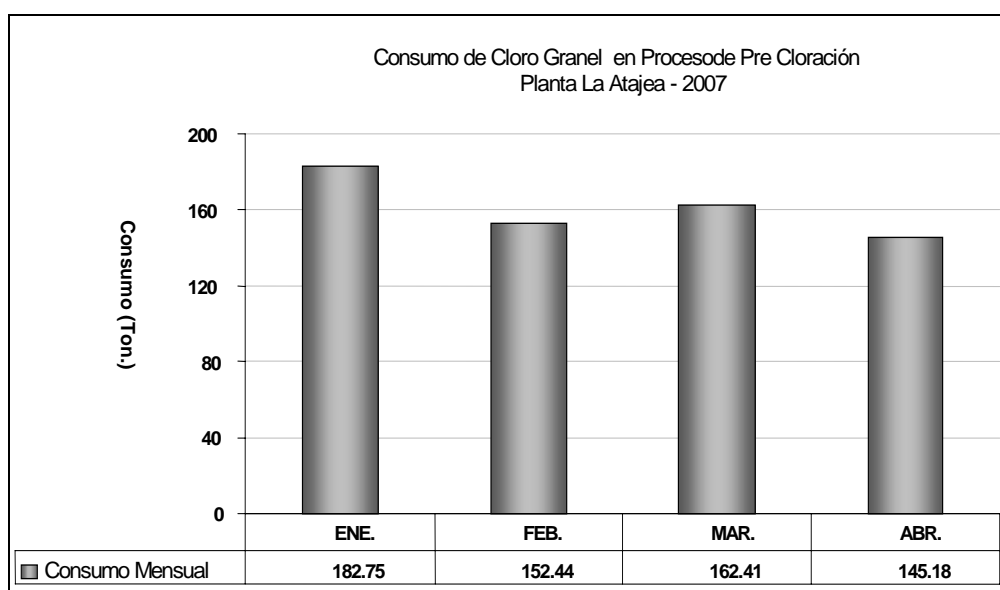


Gráfico N° 3.11

En el gráfico 3.12 se muestra la eficiencia en la remoción logarítmica de coliformes termotolerantes para Santa Rosa 2 (El comportamiento en coliformes totales y termotolerantes en Santa Rosa 1 y 2 tienen un comportamiento similar), de los meses de enero, febrero y marzo de los años 2005, 2006 y 2007.

Se observa que se ha disminuido costos sin afectar la calidad ni el objetivo primordial de la dosificación de cloro, el proceso de desinfección del agua.

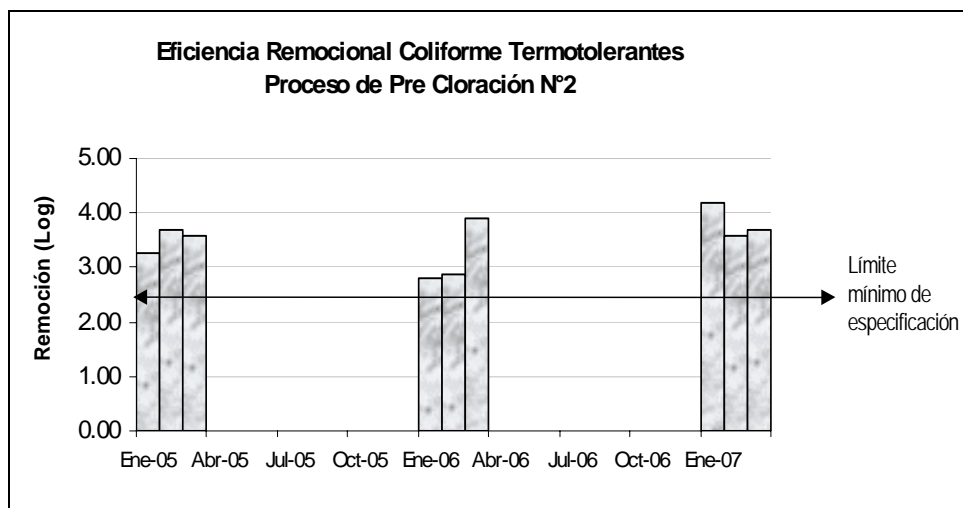


Gráfico N° 3.12

Así mismo en el Anexo 5 se evidencia que de manera general hay una tendencia al aumento de la capacidad de procesos del producto entregado por la planta a la distribución primaria, destaca el caso del Reservoirio Vicentelo, que es el de mayor volumen, de enero a marzo mejoró de 0.9 a 1.58; a partir de marzo otro grupo de mejora optimizó este proceso hasta obtener una capacidad de 4.76 y en las redes secundaria entregadas en los domicilios de los usuarios no se ha modificado ya que no se evidencia reportes en sentido contrario. En el Anexo 6, no se aprecian efectos colaterales negativos en los indicadores del EOP.

Con el análisis de datos se determinó que la diferencia promedio entre la demanda de cloro y la dosis de cloro empleada en el proceso de pre-cloración es 1.36 mg/l, valor que ha sido ajustado a 1.4 mg/L por ser de manejo práctico desde el punto de vista de operación de plantas; por tanto, esta cantidad deberá adicionarse al dato de demanda de cloro diario para obtener la dosis a emplearse en el proceso de pre-cloración.

G. Estandarización

Se ha incluido en los procedimientos y Tabla de Control de Calidad de Operación de Plantas al nuevo criterio de dosificación de cloro en la etapa de pre-cloración.

Dosis de Cloro = Demanda de Cloro + 1.40 mg/L

Se ha incluido en los procedimientos de Mantenimiento de Plantas el sistema de automatización de cloro en la pre-cloración.

H. Conclusiones

La disminución de la dosis de cloro de 0.90 mg/L significa un ahorro de 21.40% en este insumo químico, que ha permitido una reducción en el costo de producción y del índice de eficiencia productiva "Costo de insumos químicos / Volumen de Producción", tal como se muestra en el Gráfico N° 3.13.

De esta forma el trabajo realizado con el grupo de mejora, ha cumplido con los objetivos esperados de ahorrar más del 10% siendo exactamente 21.40%, aportando de esta forma al cumplimiento de los objetivos y metas empresariales en el cumplimiento del objetivo de segundo nivel de SEDAPAL, dentro de su plan operativo del 2007 "Optimizar los costos operativos"

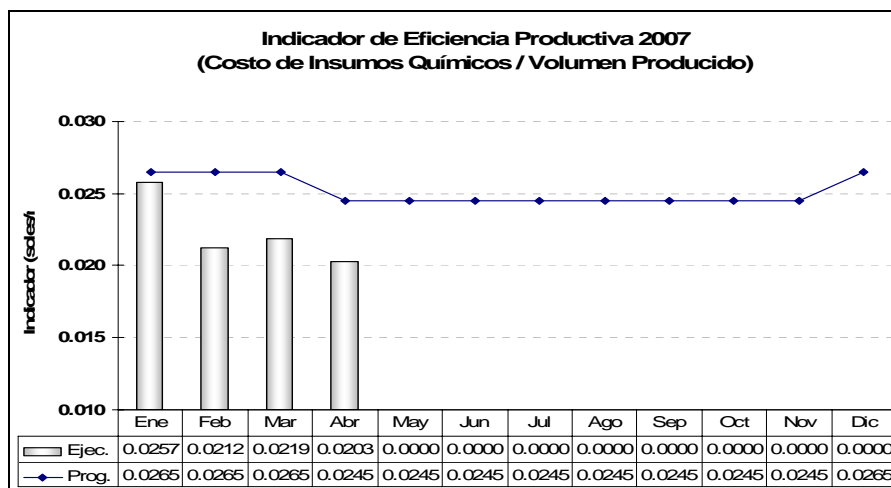


Gráfico N° 3.13

3.1 Método de Solución de Problemas

La metodología difundida institucionalmente es una de las variantes de la "Historia del Control de la Calidad – Tipo Solución de Problemas" (QC Story – Problem Solving), inspirado en el Ciclo PEVA de mejora (**Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar**), dentro de la Empresa la conocemos como Método de Solución de Problemas (MSP), que consta de 8 pasos, ver Figura 3.2.

La definición de la situación inicial se da en el paso "identificación del problema", el levantamiento de información se da en el paso "observación" aquí puede darse el análisis de la calidad de la información; en el paso "análisis" se determina la causa raíz basados en los datos relevados en la etapa observación, la definición de la solución se da en el "plan de acción" del MSP, luego se tiene la "ejecución" y luego la "verificación", el control de los resultados y la mejora se realizan con los pasos "estandarización" y "observación" en el MSP.

3.2 Recolección y Análisis de la Información

Los datos y registros que se han utilizado para la evolución, investigación del presente trabajo se basan en registros de producción de agua, registros de calidad química y microbiológica, y registros de consumos de productos químicos, que datan desde el año 1997 hasta la fecha. Los cuales están dentro de los documentos codificados y controlados del Sistema de Control Documentario ISOSYSTEM, como parte del Sistema de Gestión Integrado. Todos estos registros provienen del Equipo de Operación de Plantas de la Gerencia de Producción de Sedapal.

El EOP tiene asignado un presupuesto anual para dicho insumo, cuyos avances y ejecuciones es controlado con registros del sistema SAP (que contiene registros desde 1997) y del Sistema de Gestión Integrado como un Indicador de Eficiencia Productiva Costo de Insumos químicos.

Se analizaron los registros de los costos de todos los insumos químicos usados, en un diagrama de Pareto siendo evidente que el cloro es el que influye en los mayores costos del tratamiento haciéndose crítico debido a la calidad de agua de nuestra fuente de abastecimiento el río Rimac.

El cloro es comprado en isotanques o carrotanques de 16 TN (cloro granel) y cilindros de cloro de 907 kilos, que se van consumiendo de acuerdo a la dosis indicada y al caudal existente en las 24 horas. En la identificación del problema (numeral 3.A) se estratifica las dos presentaciones Cloro 907 y Cloro granel a partir del 2003.

Así mismo, se evaluaron algunos parámetros de operación en relación al consumo de cloro vs. la dosificación de cloro en los registros controlados del sistema ISO 9001 y se observó algunas desviaciones tales como la tardanza en los cambios de dosificación frente a la variación de los caudales de ingreso, por ende se trabajó en la automatización en el sistema operativo de la dosificación de cloro en la pre-cloración a fin de mejorar los tiempos de cambios de las cantidades de cloro aplicados frente a los caudales tratados.

Información para el Diseño y Evaluación de Datos

Respecto al diseño del trabajo se estableció tres periodos de prueba con tiempos suficientes para ver los efectos en la desinfección del agua

Primer periodo: 19 días de trabajo del 20 de diciembre 2006 al 8 de enero 2007.

Segundo Periodo: 20 días de trabajo del 10 de enero 2007 al 30 de enero 2007

Tercer Periodo: 20 días de trabajo del 31 de enero 2007 al 20 de febrero 2007

Se estableció horas de control de cloro residual y la medición de la demanda de cloro en tres turnos diferentes abarcando períodos equitativos dentro de las 24 horas.

Ponderación de la brecha entre la situación existente y la situación obtenida

El índice de costo de insumos químicos disminuyó de 0.0257 en enero 2007 a 0.0203 en marzo 2007.

3.3. Herramientas de la Calidad

Durante la Plataforma Educativa del Proceso de Productividad con Calidad se ha capacitado a todo el personal en el Método de solución de Problemas (MSP) empleando las siete herramientas básicas de la calidad; Estratificación, Hoja de Verificación, Diagrama de Pareto, Diagrama Causa - Efecto, Histograma, Diagrama de Dispersión y Gráfica de Control. Existen otras herramientas de calidad que se utiliza en la planta y que cualquier proyecto no debe perjudicar como es la capacidad de procesos y otras que pueden utilizarse como el diseño de experimentos. Para el desarrollo del Proyecto de Mejora Optimización de productos químicos se emplearon las siguientes herramientas sin mayores dificultades dado a su continuo uso en la empresa:

- **Diagrama de Pareto y Estratificación:** Se utilizó para evidenciar el incremento de los insumos químicos en el tiempo y la diferencia de los costos de cada insumo químico, dentro de la fase de identificación.
- **Histogramas:** Se empleó para establecer las frecuencias de las dosis de cloro y las demanda de cloro en la Precloración en las Plantas 1 y 2, en la fase de Observación.
- **Diagrama Causa – Efecto:** Se empleó para recopilar y estructurar a partir de la lluvia de ideas las causas principales que originaban el alto consumo de cloro en la precloración en la fase de Análisis del problema.
- **Lluvia de Ideas:** Fue aplicada en las reuniones del grupo proyecto en las reuniones programadas para analizar diversos puntos de vista y enfoques.
- **Matrices:** Sirvió para establecer el plan de acción.
- **Capacidad de Proceso:** Se usa para estudiar el comportamiento del proceso en cloro y turbiedad a la salida de la Planta de Agua La Atarjea.

La mayor limitación que se puede presentar en el uso de cualquier tipo de herramienta es la falta de comprensión y manejo inadecuado de la misma lo que no se presentó; sin embargo siempre es necesario explorar la utilización de estas herramientas en todo su potencial así como la consideración que los resultados luego de utilizar las herramientas son resultados determinantes, debido a que éstos solo deben servir de ayuda para la toma de decisiones.

3.4 Concordancia entre el Método y las Herramientas

Dentro de la Plataforma Educativa del Proceso de Productividad con Calidad impartido a todo el personal encontramos que la Guía de Grupos Proyecto, talleres “Círculos Creativos Participativos” y “Medición, Control y Mejora” han sido orientados a la enseñanza conjunta del MSP y de las herramientas de la calidad demostrando que dichas herramientas encajan perfectamente en el MSP de 8 pasos basado en el Método PEVA. La concordancia entre las herramientas de la calidad y los Métodos tanto el MSP como el PEVA se muestra en la Figura 3.2 .

Como sabemos que en algunas oportunidades se tienen dudas la empresa ha distribuido afiches enmarcados muy didácticos que puedan aclarar cualquier duda.

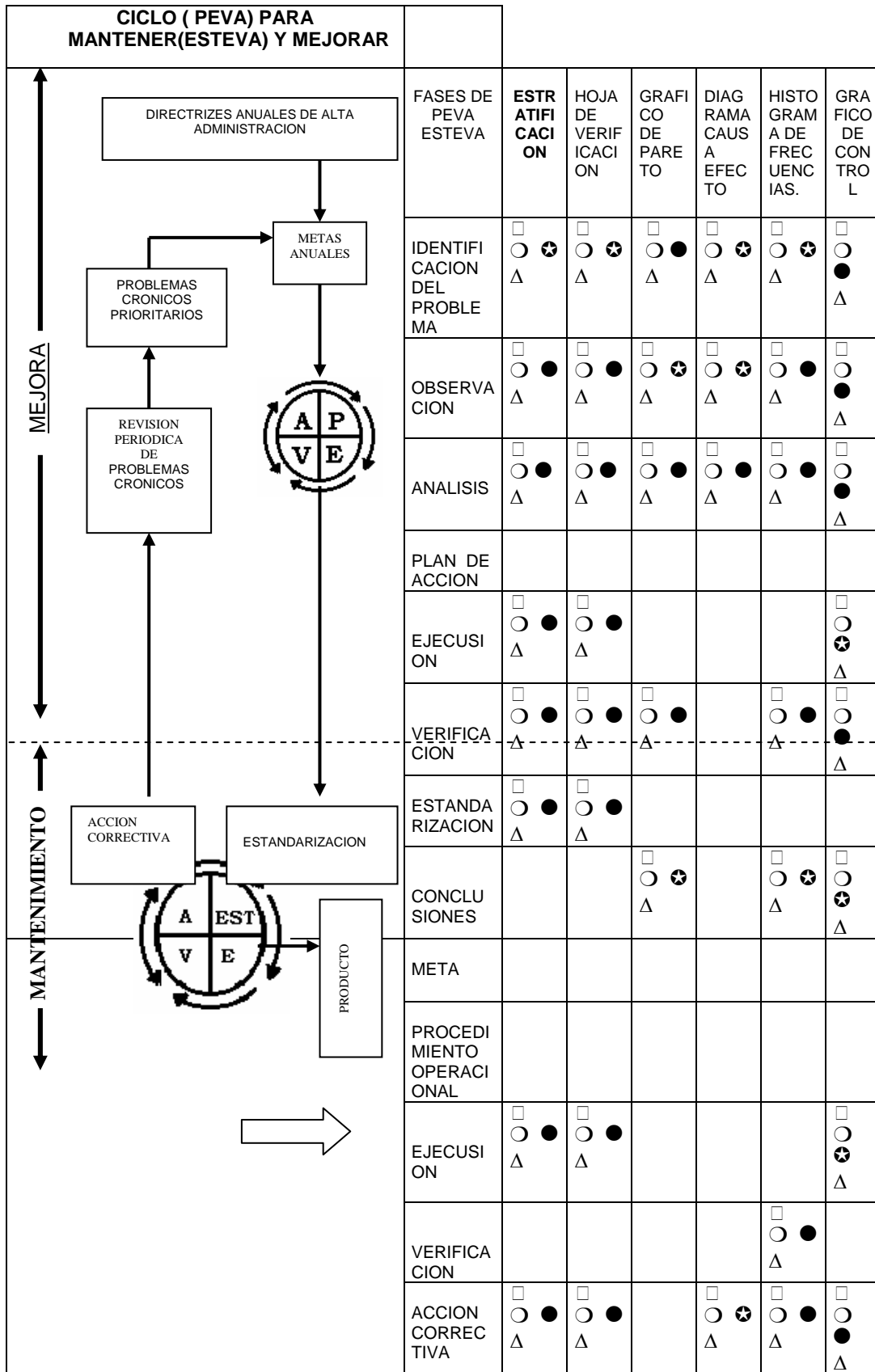


Figura 3.2. Relación Entre las Herramientas de Calidad y PEVA y MSP

4. GESTION DEL PROYECTO Y TRABAJO EN EQUIPO

4.1. Criterios para la Conformación del Equipo de Proyecto

Se han seguido los criterios establecidos en la Guía de Grupos Proyecto de mayo 2004 que establece que “son propuestos por el Jefe de Equipo/Gerente de Área convocando a los trabajadores más competentes para el análisis del proceso y uso de los recursos técnicos”, hay que tomar en cuenta que en el Equipo de Operación de Plantas existen cuatro grupos funcionales: Grupo de Operación de Plantas, Laboratorio Físicoquímico, Laboratorio de Biología y Desinfección y Grupo de Evaluación de Plantas; por la naturaleza del problema se ha tomado personal de todos los grupos y también personal del Equipo de Mantenimiento de Plantas.

Además, se ha tomando en cuenta las actitudes del colaboración e iniciativa, su conocimiento técnico en cada una de las áreas mencionadas en el párrafo anterior, y su conocimiento de gestión pues se evidencia que los integrantes del grupo proyecto han sido capacitados en la Plataforma Educativa del PPCC y en Sistemas Integrados de Gestión de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional.

El EOP Y EMP cuenta con el siguiente personal clave:

5 Empleados
2 Técnicos

Total A = 7

Además se trabajó con el personal del Laboratorio de Biología 4 Biólogos, 1 Técnico, 1 operador, personal del grupo de operación 6 operadores de planta en Santa Rosa, 4 especialistas de planta (Ingenieros de turno), 3 especialistas de evaluación, 2 técnicos de evaluación, 3 técnicos de cloro, la jefatura (1) y el personal de Mantenimiento (8 ingenieros y técnicos).

Total B = 33

Total de Personal Involucrado = 40 personas

4.2. Planificación del Proyecto

Se ha mencionado que el objetivo del proyecto fue planteado por la Gerencia de Producción, en cuanto al despliegue de actividades de manera general es según el Método de Solución de Problemas y sus ocho pasos, con el cual está alineado el formulario “programación y control de actividades” mostrado en el Anexo 3.

Toda actividad derivada de los Planes de Acción tiene su propio plan como se muestra en el capítulo 3, estos planes siguen un esquema estándar en SEDAPAL, las actividades específicas se plantean con la herramienta lluvia de ideas y se hacen según el conocimiento técnico e incluyen los recursos necesarios.

4.3 Gestión del Tiempo

El formulario “programación y control de actividades” permite asegurar el cumplimiento de los plazos previstos del proyecto ya que su diseño permite indicar el avance de cada etapa en los 8 pasos.

Las metas detalladas por miembro del equipo se detallan en el “registro de acuerdos por reunión” en donde se pueden fijar encargos puntuales y en los planes de acción del paso 4 del Método de Solución de Problemas.

Aunque se han realizado talleres para respecto al manejo de las reuniones de trabajo, el proceso de reunión y los tips básicos para el manejo efectivo de las reuniones de trabajo no se ha retroalimentando su efectividad, sin embargo se ha realizado las actividades dentro del plazo establecido, siendo este caso cumplido.

Para asegurar la eficacia de las reuniones del Grupo proyecto, se tomaron los siguientes acuerdos:

- Elaboración de un cronograma de desarrollo de los procesos basándose en las actividades del MSP.

Fase	Respons.	Nov	Dic	Dic- En	Feb	Mar	Abr
Análisis	Grupo Opt. Costos	x	x				
Plan Acción	Grupo Opt. Costos			x			
Ejecución	Grupo Opt. Costos			x	x	x	x
Verificación	Grupo Opt. Costos			x	x	x	x
Estandarización	Grupo Opt. Costos					x	x
Conclusión	Grupo Opt. Costos						x

- Levantamiento de actas de los acuerdos de cada reunión.

Debido a que la solución integral de problemas exigía la supervisión permanente, se encargó al líder del grupo la función de control de actividades y plazos de ejecución centralizando toda la información de las acciones operativas que se llevaron a cabo en el proyecto, informando en forma periódica a la Jefatura y al Gerente de Producción los aspectos relevantes mediante informes técnicos y exposiciones debido a la relevancia de las actividades.

Las fases de ejecución y verificación debieron realizarse simultáneamente en razón que estas pruebas en tiempo real requerían ejecutar y verificar el control del proceso de desinfección mediante el control de indicadores tales como bacterias Coliformes Totales, termotolerantes, bacterias heterotróficas.

Reuniones de Trabajo

La frecuencia de las reuniones del grupo era cada semana debido sin embargo diariamente el laboratorio de Biología enviaba los informes de calidad biológica y las demandas de cloro extras que se tomaron para analizar exhaustivamente este diseño de trabajo.

En estas reuniones existía una agenda a desarrollar y tareas a ejecutar por los integrantes del grupo, el facilitador, prestaba el apoyo en cuanto a documentos técnicos, y nos asesoraba en los temas impartidos en la Plataforma Educativa utilizada. En muchos casos estuvo presente el Jefe de Productividad con Calidad y el Gerente de Producción, así como otros especialistas quienes daban sus puntos de vista y críticas constructivas frente a las acciones.

Manejo de comunicaciones

El Líder comunicaba tanto al facilitador como a los miembros del grupo las fechas y agenda de las reuniones de trabajo. Coordinaba y mantenía comunicación permanente con las personas que no pertenecían al grupo, pero que estaban relacionadas al proyecto (ingenieros de guardia, personal de laboratorio, técnicos de cloro, etc.) mediante hojas de coordinación comunicando por ejemplo el modo cómo iba a procederse en la aplicación del desinfectante de los Estanques reguladores es decir el proceso de pre-cloración.

Informaba al Coordinador de los hechos más relevantes, como el avance, mejoras y limitaciones de las actividades ligadas al proyecto, por lo tanto los Coordinadores de cada grupo del EOP tenían conocimiento de las incidencias del proyecto. El efecto de las comunicaciones del coordinador ha resultado importante para el logro de los Objetivos que tenía el grupo proyecto.

A través de la Jefatura se ha formalizado la documentación de sustento del proyecto; las fichas técnicas, los presupuestos, el V.B. para la aplicación de la nueva consigna.

Además en las reuniones RARAR quincenales del EOP el líder del grupo comunicaba los avances a los presentes.

4.4. Gestión de la Relación con Personas y Areas Clave de la Organización

Dado que en SEDAPAL los grupos de mejora tienen un carácter de asesor, el éxito del proyecto no hubiera sido posible sin la participación de la Gerencia, Jefatura de Equipo Operación de Plantas, Jefatura de Equipo Mantenimiento de Plantas, profesionales de todas las áreas y personal operativo como se evidencia en las reuniones de retroalimentación con el Gerente de Producción fundamental para el éxito del proyecto, Jefa de Equipo Operación de Plantas, Jefe de Equipo Mantenimiento de Plantas, Jefatura de Equipo Productividad con Calidad, especialistas, profesionales y técnicos de los Equipos de Operación y Mantenimiento de Plantas.

4.5 Documentación

Los documentos con los que cuenta el grupo según la Guía de Grupos Proyecto, son los siguientes:

- GP-F-01 Registro de Grupos Proyecto
- GP-F-02 Programación y Control de Actividades
- GP-F-03 Registro de Acuerdos de Reunión
- GP-F-04 Historia de la Solución de Problema
Protocolo de Trabajo

En todo Equipo además de los Miembros se tiene un Líder y un Secretario quien se encarga de redactar la documentación y la revisión y visto de los otros miembros.

Dado que nos encontramos Planta de Tratamiento de Agua de La Atarjea certificada tanto con ISO 9001 como con ISO 14001 se debe observar rigurosamente el control documentario de procedimientos, instructivos y registros (SGIPR001) los cuales se encuentran controlados con el software ISOSYSTEM.

- SGIIN051 Dosificación y control de consumo de cloro en la pre-cloración
- SGIIN054 Aforo de insumos químicos
- SGIIN064 Control de existencias de insumos químicos en Planta
- SGIIN068 Dosificación de cloro en la Planta
- SGIIN083 Medición de Caudales de Agua durante el Proceso de Tratamiento.
- SGIIN092 Extracción de muestra para la determinación de la Demanda de cloro en agua cruda y filtrada
- SGIIN 091 Extracción y preservación de muestras en el Proceso de Tratamiento de agua Potable para la determinación de Parámetros biológicos

- SGIF0160 Ensayos de Demanda de Cloro
- SGIF0168 Reporte de Análisis Microbiológicos
- SGIF0217 Control Diario de Insumos Químicos
- SGIF0218 Control de Consumo de Insumos Químicos
- SGIF0221 Inspección de almacenes de Insumos Químicos de Planta
- SGIF0222 Medición de caudales durante el proceso de Tratamiento
Las Hojas de Datos, Listas de Verificación y otros documentos diseñados en las etapas están con el Grupo de Trabajo.

5. CAPACITACION

5.1. Programa de Capacitación del Equipo

En SEDAPAL la capacitación es una política corporativa sobre la que la empresa ha basado su evolución gerencial y sostiene su desarrollo permanente, se extiende en toda la organización y de manera preferente a las áreas de atención al cliente, operación y mantenimiento, control de pérdidas, garantizar la calidad en el servicio y promover una cultura de costo, existe una capacitación en el modelo de gestión Productividad con Calidad dirigido a todo el personal, en este

caso no se identifican necesidades específicas, la cantidad de horas desde el año 1996 son las siguientes:

CUADRO 5.1 HORAS DE CAPACITACIÓN – PLATAFORMA EDUCATIVA

MIEMBROS GRUPO PROYECTO	CARGO Y FUNCION EN EL GRUPO	TOTAL HORAS
Francisco Quezada Neciosup	Especialista en Desarrollo Tecnológico (Líder)	200.0
Miriam Vásquez Osorio	Especialista de Laboratorio (Miembro)	128.0
Juan Moreno Oscanoa	Especialista de Planta (Miembro)	112.0
Angel Mendivil Chipana	Ingeniero de Mantenimiento de Plantas (Miembro)	96.0
Lorena Alvaríño Flores	Bióloga de Planta (Miembro)	112.0
Juan Vizcarra Palomino	Técnico de Mantenimiento (Miembro)	112.0

Los cursos llevados son los siguientes:

PAP	Pensamiento y Acción para la Productividad
CDB	Cinco Disciplinas Básicas
CPE	Compromiso Personal y de Equipo
MCM	Medición, Control y Mejora
RCI	Reforzamiento Conceptual de la Introducción
CCP	Círculo Creativo Participativo
MPP	Método para la Productividad
ISO	Interpretación de la Norma ISO 9000
FAI	Formación de los Auditores Internos
TPM	Mantenimiento Productivo Total
IVA	Interiorización de los Valores
SPS	Servicios, Participación y Satisfacción

Por otra parte se tiene la capacitación en tecnología del trabajo, el que tiene un Plan de Capacitación que parte de un Diagnóstico de Necesidades de Capacitación, alineado con los Planes Estratégicos de mediano y largo plazo, los planes operativos anuales de todas las áreas, los requisitos establecidos para los puestos de trabajo y el nivel de desempeño deseado, proponiendo metas retadoras dentro de una filosofía de mejora continua en el que está involucrado todo el personal. Se han dictado una gran cantidad de talleres divididos en aspectos de gestión, técnico y de desarrollo humano, por espacio a continuación se muestra un resumen.

CUADRO 5.2. CAPACITACIÓN EN TECNOLOGIA DEL TRABAJO 2000 - 2006

MIEMBROS GRUPO PROYECTO	CARGO Y FUNCION EN EL GRUPO	TOTAL HORAS
Francisco Quezada Neciosup	Especialista en Desarrollo Tecnológico (Líder)	827.8

Miriam Vásquez Osorio	Especialista de Laboratorio (Secretaria)	502.5
Juan Moreno Oscanoa	Especialista de Planta	624.8
Angel Mendivil Chipana	Ingeniero de Mantenimiento de Plantas	1002.0
Lorena Alvarino Flores	Bióloga de Planta	533.5
Juan Vizcarra Palomino	Técnico de Mantenimiento	678.0
Macedonio Gutierrez Zamora	Técnico de Operación. De Plantas	200.0

5.2 Evaluación e Impacto de las Actividades de Capacitación

Por el nivel de capacitación de los integrantes del Equipo no se realizaron capacitaciones específicas para el grupo; sin embargo en capacitación de tecnología del trabajo el Equipo de Capacitación tiene toda una metodología para retroalimentar el diseño las futuras necesidades de capacitación en diferentes niveles. Entre las destinadas a mejorar los planes de desarrollo de las personas, las más importantes son:

Formularios de Evaluación Económica:

Miden indirectamente el retorno de la inversión y los beneficios de la capacitación, de manera cualitativa y cuantitativa, mediante de planes de aplicación y compromisos de mejora que asume el personal capacitado en sus áreas de trabajo.

Estos planes son evaluados por los jefes inmediatos, utilizando indicadores de medición preestablecidos por ellos mismos.

Existen tres formularios que permiten acopiar información:

Sustentación de solicitud: consigna el sustento administrativo y técnico de la necesidad de capacitación, y la información del beneficio que reportará a la empresa en términos cuantitativos y cualitativos, factibles de ser medidos posteriormente.

Plan de aplicación y compromiso de mejora: define la forma cómo el trabajador capacitado planea aplicar lo aprendido, en términos de objetivos a alcanzar, compromisos de mejora y actividades a desarrollar en sus áreas de trabajo y/o en la empresa.

Evaluación de resultados: proporciona la información que permitirá evaluar los resultados de la aplicación de lo aprendido por el trabajador, y el grado de cumplimiento de su compromiso de mejora. La evaluación es efectuada por el Jefe de Equipo o Proyecto.

En el desarrollo del Plan de Capacitación Anual, que responde a las necesidades de los perfiles del trabajador, puesto y proceso, se aplican evaluaciones en diferentes niveles:

Evaluación de Reacción: mide los efectos del entrenamiento para conocer la reacción de los participantes.

Evaluación de Aprendizaje: evalúa el éxito del programa y mide el comportamiento en el trabajo.

Satisfacción del Servicio: encuesta que se aplica semestralmente para que las áreas involucradas.

6. CREATIVIDAD

6.1 Habilidad para Encontrar Soluciones de Bajo Costo y Alto Impacto

El Despliegue del Sistema de Gestión de SEDAPAL muestra la necesidad de los procesos de gestión de la mejora y gestión de la innovación de los procesos (ver figura N° 2.1) y se considera la innovación como la ciencia orientada a proyectar o re proyectar los productos y procesos de una organización de tal forma que atiendan las necesidades de las personas en aquel instante, puede ser aplicado a productos y servicios proyectar o re proyectar, si bien es cierto que ambos procesos utilizan herramientas diferentes el método es el PDCA (PEVA).

La empresa tenía otras opciones como soluciones para disminuir el costo de insumos, sin embargo a pesar de que en la actualidad se están desarrollando dichos proyectos, se priorizó en la fecha el del insumo químico cloro de acuerdo al Diagrama de Pareto, por ser el vital.

El método de los 8 pasos empleado por personal con conocimiento de gestión y técnico y que tenga la actitud para hacerlo da la condiciones para que aparezcan alternativas beneficiosas, es el caso de este grupo proyecto que se apoyó en el Personal Clave del EOP y EMP con experiencia y conocimientos técnicos en la operación de plantas y en el conocimiento de los principios de la desinfección.

Por otro lado, en el EMP utilizó el material existente sin estar actualmente inoperativo para poder acondicionar la automatización en la precloración, no ocasionando mayores inversiones, solamente la creación de circuitos electrónicos con gran aplicabilidad práctica.

El análisis clave para la determinación de las dosis prueba fue realizada por los técnicos de cloro quienes a pesar que no son parte de sus actividades están capacitados para hacerlo dado a sus años de experiencia en el laboratorio.

En la Figura 6.1 se plantean las alternativas de solución de bajo costo.

Alternativas para Disminución de Cloro en la Pre-cloración

SOLUCIONES PLANTEADAS	Q	C	E	M	I	TOTAL
Cambio de insumo químico: Dióxido de cloro, Nitrato de plata, ozono, luz ultravioleta, etc.	3	2	3	1	1	10
Mejorar los mecanismos de dosificación debido a la constante variación de caudales y a una demanda de cloro establecida.	3	2	3	3	4	15
Modificar las consignas de la dosis a aplicar en base a la demanda de cloro variable.	4	4	3	4	5	20
Mejorar la distribución del cloro a nivel de los estanques reguladores	2	2	3	3	4	14

Q – calidad (mejora en alcanzar la especificación de cloro, calidad)

C – costo

E – entrega (en volumen o caudal)

M – motivación de las personas

I – inversión

La calificación es de 1 a 5 directa, exceptuando en caso de la inversión que es inversa.

6.2 Originalidad de la Solución Planteada

Cada planta de tratamiento en el Perú y el mundo es original dado por el diseño y calidad de la materia prima por lo que en muchos casos las especificaciones son experimentales.

La originalidad de la solución es priorizar la dimensión costos sobre la dimensión calidad, cambiando el paradigma de la dosificación fija y enfrentando los posibles efectos colaterales negativos.

7. CONTINUIDAD Y MEJORA DE RESULTADOS

7.1 Continuidad y Mejora de los Resultados

El grupo proyecto se ha encargado de desarrollar algunas actividades que permitan garantizar el proyecto implementado, para que se mantengan las condiciones obtenidas y permita su mejora permanente:

- Verificación constante de la desinfección final obtenida con la nueva consigna de dosificación de cloro: Demanda de cloro + 1.40 mg/L
- Revisión de los Instructivos y Formularios del Sistema ISO 9001 a fin de acondicionarlos para su actualización en el ISOSYSTEM.
- Implementar el ensayo de demanda de cloro en cada turno, y al inicio de la misma, para obtener la dosis a dosificar y realizar el control efectivo de la variación de la calidad del agua captada en las bocatomas.
- Se debe continuar con la automatización del sistema de dosificación, para mejorar la precisión en la dosificación, ante la variación de caudal.
- Se debe mejorar la distribución del cloro al ingreso de los estanques reguladores mediante la revisión de los difusores, para mejores logros.

Las metas y/o indicadores de gestión para evaluar el desempeño futuro son:

- Control diario y periódico del indicador costo de insumos químicos por volumen de producción, tomando en cuenta el consumo diario.
- Evaluar los métodos de control obtenidos en la temporada de estiaje, pues en esta temporada la calidad del agua del río tiene características diferentes al agua de verano, periodo en el cual se realizó el trabajo de mejora.
- Segundo periodo de prueba con una consigna de dosificación más exacta tomando como base la dosis de cloro aplicada en los ensayos de cloro.
- Implementar un equipo de medición en tiempo real de oxido reducción (redox) que puedan medir el parámetro de demanda de cloro. Con esto se asegurará la calidad de agua tratada en el proceso de pre-cloración, frente a las variaciones de la calidad de la fuente, esperando incrementar el porcentaje de ahorro obtenido.
- Evaluación de la mejora una vez implementada la nueva posición de los difusores de cloro al ingreso de los estanques reguladores.
- Evaluación de la capacidad del proceso del indicador cloro a la salida de la Planta La Atarjea.
- Análisis de los reportes mensuales del cloro residual en los domicilios.
- Disminución del 10% de costos de coagulantes.

8. RESULTADOS

8.1. Resultados de Orientación hacia el Cliente Interno/Externo

En función de la conformidad de los registros de calidad de agua, como resultado de las pruebas y ensayos, emitidos por el laboratorio de Biología y Desinfección de la planta, se evidencia que se ha cumplido satisfactoriamente los requerimientos de calidad en los procesos de tratamiento de agua y el producto final entregado a nuestros clientes externos.

Se cumplió satisfactoriamente los requerimientos de calidad en el proceso de pre-cloración, obteniéndose un 50% de remoción más de las especificaciones mínimas de calidad.

En el producto final, agua distribuida de los reservorios de la Planta a la ciudad, también se cumplió los requerimientos, incrementándose significativamente la capacidad de proceso en el parámetro de control cloro residual. La capacidad de proceso mejoró en todos los puntos de control (reservorios) entre los meses de diciembre 2006 a marzo 2007, ver Anexo N° 5.

En el sistema de distribución de agua (redes), los resultados de calidad reportan conformidad, concluyéndose que las modificaciones en los procesos de pre-cloración, productos del trabajo del grupo no generaron un impacto negativo.

8.2 Resultados Financieros

La disminución de la dosis de cloro dosificado, de 4.20 mg/L a 3.30 mg/L, permitió un ahorro promedio de 21.40 %. Diminuyendo el consumo en 40 toneladas por mes de cloro, generando un ahorro promedio para Sedapal de 95 mil nuevos soles por mes.

Se logró la meta trazada en el presente estudio de investigación, que era como mínimo lograr una disminución de costos total del 10%; debido a la determinación de trabajar en el cloro y en el proceso de pre-cloración, como factor vital.

8.3 Resultados de la Eficiencia Organizacional

Uno de los resultados importantes obtenidos, en el grupo de mejora y en el personal que participó indirectamente en el presente trabajo, fue la motivación por el resultado obtenido, introduciéndose una cultura de ahorro y productividad en los procesos de tratamiento de agua.

La eficiencia se logra también con la implementación de la automatización, con tecnología de punta, que brinda un bien ser y bienestar al trabajador, dando mayor seguridad en el control de los procesos. Esto genera una solicitud de mayor capacitación y genera un bien ser en los trabajadores.