

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



**“REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR
FORMULACIONES DE DETERGENTES FOSFATADOS A TRAVÉS DE
UN NUEVO SISTEMA SECUESTRANTE”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

ROCIO ASUNCIÓN CABRERA GÓMEZ

LIMA – PERÚ

2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su infinita gracia

A mis padres por su apoyo incondicional

A mi novio Jonathan por su visión emprendedora

A mis hermanas por su comprensión y aliento

A mi madrina Fidencia por su motivación constante

RESUMEN

En el Perú, la mayoría de los procesos de fabricación de detergentes en polvo emplea un sistema secuestrante conformado por el tripolifosfato de sodio, componente utilizado en mayor porcentaje en las formulaciones. El tripolifosfato de sodio ha sido objeto de amplio debate científico en numerosos países del continente europeo debido a su contribución a la eutrofización de agua superficial. Por ello, a lo largo de los años se han promulgado medidas legislativas a favor de reducir y/o eliminar el contenido de fosfatos.

Respecto a las normas de calidad de agua en el Perú, aun no se han establecido un límite definitivo a fin de conocer la concentración de fosfato en el agua residual, la relación con la productividad biológica y los problemas ambientales que se deriven del mismo.

El objetivo principal de este informe es realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), a través de la Matriz de Leopold, para validar la reducción del impacto ambiental mediante la sustitución de manera parcial o total del tripolifosfato de sodio, sin afectar el desempeño del detergente en el proceso de lavado y obtener un correcto ablandamiento del agua. Frente a los resultados de la evaluación, se desarrollará un nuevo sistema secuestrante en la formulación de detergentes para obtener un producto que contribuya con la reducción de la contaminación ambiental en el país.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	8
1.1.1. Fenómeno de eutrofización	9
1.2. Monitoreo del agua en Lima Metropolitana y a nivel nacional	10
1.3. Marco legislativo	15
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Modelo de evaluación de significancia.....	18
2.1.1. Metodología de evaluación: Matriz de Leopold modificada	18
2.2. Componentes básicos del detergente.....	23
2.2.1. Surfactantes.....	23
2.2.2. Agentes secuestrantes mejoradores (Builders)	25
2.3. Proceso de producción de detergentes.....	26
2.4. Mecanismos de acción de builders	27
III. ESTUDIO DE NUEVO SISTEMA SECUESTRANTE/DISPERSANTE.....	26
3.1. Prueba experimental a escala laboratorio	30
3.2. Capacidad de quelación.....	34
3.3. Sistema actual de secuestrantes	41
3.4. Nuevo sistema de secuestrantes.....	44
IV. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	47
4.1. Identificación de componentes ambientales y socioeconómicos.....	47
4.2. Identificación de actividades del proyecto	49
4.3. Matriz de Interacciones	51
4.4. Resultados de evaluación de los impactos ambientales	53

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones.....	58
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	60
VII. APÉNDICE.....	60
Apéndice A: NAWQA (National Water Quality Assessment) – EE.UU.....	62
Apéndice B: Normas técnicas.....	622

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las cifras de contaminación del agua a nivel mundial conllevan a cuestionar cual será el futuro del agua, cabe mencionar que parte de esta incertidumbre se debe a factores relativamente incontrolables como el clima, pero también a factores producto de las decisiones colectivas de la humanidad. Estos factores incluyen el crecimiento de los ingresos y la población, las inversiones en infraestructura para el manejo del agua, su distribución entre los diversos usuarios, una reforma en el manejo del agua y cambios tecnológicos en la agricultura.

En Estados Unidos se ha alcanzado un alto grado de contaminación de aguas, según un análisis a cargo del Environmental Working Group de 20 millones de pruebas de calidad de agua potable, se detectó un total de 316 contaminantes (solventes industriales, herbicidas, refrigerantes y el componente para combustible de cohetes, perclorato) en el agua suministrada al público entre el 2004 y el 2009. Este panorama se viene dando a pesar de que la Agencia de Protección Ambiental haya establecido un límite de 0.05mg/l de fosfatos totales en lagos y 0.1mg/l de fosfatos totales para aguas residuales con la finalidad de controlar la eutrofización (USEPA, 1986).

Respecto a los países del continente europeo, cuyo problema central es la escasez y la calidad de los recursos hídricos, la captación de este representa más del 20% de los recursos renovables de agua dulce y la presión sobre la cantidad de agua es muy fuerte durante el verano en los países del sur por las demandas del regadío y del turismo. Aún así, sigue habiendo problemas de eutrofización y contaminación del agua potable (Galindo y Fernandez, 2006).

Frente a ello, en varios países europeos, la legislación y los programas de acción encaminados a reducir la liberación de contaminantes han frenado la contaminación en los últimos años y han mejorado la calidad de las aguas superficiales.

Por ejemplo, la Comisión de las Comunidades Europeas aprobó la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un

marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, para la protección de las aguas superficiales y subterráneas de la Comunidad Europea de acuerdo con un planteamiento común y con unos objetivos, principios y medidas básicas también comunes, en el que se abordan aspectos cualitativos y cuantitativos.

Tabla 1: Calidad del agua en algunos ríos de Europa (media 1999-2001)

Fuente: OECD (2005). *indica que la media es de los años 1993 - 1995 .La DBO mide la contaminación por materia orgánica y el agua se considera potable para una DBO entre 0.75 y 1.5 mg O₂/l.

País	Cuenca	DBO (mgO ₂ /l)	Nitratos (mg N/l)	Fósforo (mg P/l)	Plomo (µg/l)	Cadmio (µg/l)
Noruega		0.2*	0.2	0.02	0.1	0.01
Suecia		0.1*	0.1	0.02	0.5	0.02
Dinamarca		2.6	1.3	0.10		
Reino U.		2.0	7.4	1.36	3.3	0.10
Holanda		2.6	5.2	0.21	3.4	0.21
Bélgica		2.2*	2.5*	0.70*	3.2*	
Alemania	Rin	2.9*	2.6	0.14	3.8	0.20
	Elba	8.8*	3.3	0.19	2.5	0.23
	Weser	2.2	4.0	0.17	4.5	0.20
Francia	Loira	3.7	3.3	0.26		0.37
	Sena	3.1	5.6	0.63	22.1	2.18
España	Guadal	4.2	6.1	0.95*	10.2*	2.27*
	Ebro	5.0	2.5	0.20	7.7*	0.23*
	Guadian	2.6	2.0	0.69*		
Portugal	Tajo	2.3	1.0	0.24	24.3*	5.00*
Italia	Po	2.2	2.1	0.23		
Grecia	Estrimón	1.3*	1.4	0.08		0.64
Turquía	Ponsuk	1.2	1.2	0.07	4.3	5.00

En la actualidad nuestro país no ha realizado la cuantificación de la contaminación que generan los detergentes fosfatados que son descargados a

los ríos, lagos o alcantarillado. Un aporte significativo de fósforo a los cuerpos de agua en el Perú son los detergentes, estos contienen compuestos a base de fósforo cuya función es mitigar el efecto que tiene los iones de calcio y magnesio presentes en el agua que interfiere con el lavado.

1.1. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La mayor parte de las actividades productivas llevadas a cabo por el hombre originan alteraciones en el medio ambiente, es decir, se genera un impacto ambiental sobre el ecosistema, por ello, resulta necesario conocer dichos efectos a través de evaluaciones de impacto ambiental. A fin de lograr un desarrollo sostenible, equilibrado y compatible con la conservación de nuestro medio natural; es preciso aplicar un conjunto de principios básicos expuestos en la gestión de materia de protección del medio ambiente.

Los estudios de impacto ambiental son una excelente herramienta para prevenir y evaluar las alteraciones que determinan acciones, obras o instalaciones en el entorno (Conesa, 1997). En ese sentido, para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe tomarse no debe considerarse una sola metodología universal para dicha valoración, además que en la mayoría de proyectos no es posible la aplicación de una sola técnica de evaluación debido a que, en su mayoría, cada método se restringe a una de las fases del estudio de impacto ambiental.

La Matriz de Leopold (Leopold, 1971) ha sido adaptada, en la mayor cantidad de casos, a las características de cada investigación. Este método de identificación permite reconocer las relaciones de causa – efecto de las acciones llevadas a cabo por cada proyecto, en este caso, la eliminación de fosfatos en la formulación de detergentes, y los elementos del ambiente que potencialmente pueden ser afectadas por estas.

La EIA plantea la interacción con el ambiente, donde el manejo sobre ciertos conocimientos es vital, entre ellos se encuentra el conocimiento de las actividades necesarias para su realización, conocimiento sobre los procesos constructivos a desarrollar, así como el conocimiento de los componentes

ambientales representados por los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del proyecto en estudio.

1.1.1. Fenómeno de eutrofización

La contaminación de los ecosistemas acuáticos es generada por las descargas de aguas residuales no tratadas de origen urbano e industrial. Entre los contaminantes orgánicos se encuentran los detergentes, cuya presencia en el medio receptor puede ocasionar problemas de toxicidad.

Los detergentes ocasionan una variedad de impactos sobre el ambiente como es la eutrofización, el cual consiste en la presencia de altos niveles de fósforo procedentes del tripolifosfato de sodio, principal ingrediente de las formulaciones de detergentes. Otro efecto negativo de los detergentes es la espuma en aguas superficiales, lagos, ríos y plantas; ello conlleva a la interferencia en el proceso de mezcla del oxígeno atmosférico con el agua y disminución del oxígeno disuelto, disminuyendo el proceso de floculación y la tensión superficial.

El aspecto ambiental asociado a fosfatos es la eutrofización, el cual describe una situación en la que un cuerpo de agua recibe un aumento de nutrientes vegetales que proporcionan las condiciones para el rápido crecimiento de floraciones cianobacterias y algas microscópicas. Tanto el fósforo como el nitrógeno son químicos esenciales para el crecimiento vegetal, pero sólo se requiere en cantidades muy pequeñas bajo condiciones no forzadas. El crecimiento de las algas y cianobacterias también dependen de la temperatura del agua y la disponibilidad de la luz solar para la fotosíntesis. Por lo tanto, si el suministro de cualquiera de estos nutrientes crece de manera continua, las condiciones para el crecimiento de las plantas cambiará y el ecosistema se adaptará.

La principal consecuencia de la eutrofización es el excesivo crecimiento de plantas acuáticas como algas macrofitas, las cuales impiden el intercambio de oxígeno con la atmósfera y la penetración de la luz del sol, formándose un ecosistema ideal para la proliferación de zancudos, moscas y la producción de gases como H₂S y Amoniaco (NH₃).

La presencia de algas macrófitas se debe al exceso de nutrientes (N y P) en el afluente de las lagunas, cuyo crecimiento excesivo en la superficie restringe el intercambio de gases (O_2 y CO_2) y, a la vez, impide el paso de la radiación solar necesaria para la fotosíntesis. De la misma forma, se generan condiciones anóxicas en la laguna que afectan en la eficiencia de remoción de DBO5 y ocasionan malos olores por la formación de hidrógeno sulfurado (H_2S).

Las algas o cianobacterias se producen en mayor proporción en un cuerpo de agua eutroficado debido a que tienen una estructura celular similar a las bacterias, y forman largas cadenas de colonias (Pillay).



Figura 1: Lagunas facultativas de Juli (EMSAPUNO - 2007) con presencia de aguas macrófitas (lirio acuático)

Fuente: SUNASS- Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución

1.2. Monitoreo del agua en Lima Metropolitana y a nivel nacional

Los compuestos de fosfato que se encuentran en el agua residual o se vierten directamente al agua superficial proviene de:

- Fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento
- Excreciones humanas y animales
- Detergentes y productos de limpieza

Se considera agua residual a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). En términos generales, el agua residual suele clasificarse como:

- Agua residual municipal: Residuo líquido transportado por el alcantarillado de una ciudad o población, y tratado en una planta de tratamiento municipal.
- Agua residual industrial: Proveniente de la descarga de industria manufacturera.

1.2.1. Entidades involucradas en el monitoreo

A nivel nacional, se puede identificar a diversas entidades del ámbito público vinculadas al control del agua residual, las cuales se detalla a continuación:

- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS): Norma, ejecuta y supervisa la Política Nacional del manejo del agua residual municipal, y genera las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento.
- La Autoridad Nacional del Agua (ANA): Autoriza el vertimiento de agua residual tratada y su reutilización tras recibir la opinión técnica favorable de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental correspondiente.
- Los Gobiernos Locales: Controla el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe.

1.2.2. Manejo del agua residual Municipal

- Las Entidad Prestadora de Servicios (EPS) de saneamiento u otras entidades similares, captan el agua de cuerpos receptores como ríos, lagos, manantiales, pozos subterráneos, y les brindan un tratamiento con la finalidad de hacerlas aptas para consumo humano.
- El agua para consumo humano es empleada para el desarrollo de actividades domésticas, comerciales e industriales, que terminan generando aguas residuales municipales. Estas últimas son vertidas a la red de alcantarillado de las EPS de Saneamiento u otras similares. Las aguas residuales que no son descargadas a una red de alcantarillado son vertidas sin tratamiento a los cuerpos de agua naturales, terrenos baldíos o son utilizadas para el riego de cultivos.
- Parte del agua descargada a la red de alcantarillado es derivada a las Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) para su respectivo tratamiento, empleando diversas tecnologías como: lagunas facultativas, lagunas aireadas, lodos activados o filtros percoladores, entre otros. Posteriormente, el agua tratada es empleada para el riego de cultivos, áreas verdes, piscicultura o vertidas a cuerpos de agua natural.
- Las aguas residuales que no son derivadas a las PTAR son vertidas sin ningún tipo de tratamiento a los cuerpos de agua natural, terrenos baldíos, o son empleadas en prácticas inadecuadas como riego de cultivos. Parte de estas prácticas representan un riesgo para la salud y el ambiente.

1.2.3. Monitoreo del parámetro: fosfatos

Son iones que proceden básicamente de los detergentes. Los tripolifosfatos son componentes incluidos en la composición de los detergentes y son responsables de la eutrofización, por eso es necesario su control.

Tabla 2: Monitoreo de parámetro: Fosfatos

Fuente: Anuario de estadísticas ambientales, INEI 2013

Descripción general	
Unidad de medida	mg/l (miligramos por litro).
Cobertura	Bocatoma de la Planta de tratamiento de la Atarjea (*) y Reservorios (**).
Periodicidad	Quincenal
Ultimo año con datos disponibles	2012
Marco conceptual	“Standard Methods for the examination of water and wastewater”. 21 th Edition 2005. Método colorimétrico del ácido ascórbico.
Origen del dato	Registro de laboratorio.
Método de cálculo	Lectura directa tomada del espectrofotómetro ultravioleta visible en concentración, esta concentración es leída directamente del equipo mediante un software, la cual ha sido interpolada en una curva de calibración estándar de nitratos a una longitud de onda de 880 nanómetros (nm).
Equipo(s) utilizado(s)	Espectrofotómetro UV-Visible.
Fuente de datos	Laboratorio fisicoquímico – Planta La Atarjea.
Interpretación	Es un indicador de contaminación por surfactantes (detergentes). Su falta de control conlleva a la proliferación de algas y posterior incremento de contaminación orgánica.
Límites permisibles/estándares	No existen Límites para este parámetro en las (*) ECA: Estándares de Calidad Ambiental. No existen Límites para este parámetro en las (**) Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” DS 031-2010-SA.

Los datos reportados por la empresa Sedapal son los que se detalla a continuación:

Tabla 3: Monitoreo de agua del río Rímac, según parámetro químico (2005 – 2012)

Fuente: Anuario de estadísticas ambientales - INEI 2013

Parámetro	Unid.	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dureza Total	CaCO ₃ mg/l	250	241	236	266	232	244	235	217
Fosfatos	PO ₄ ⁻³ mg/l	0.95	0.49	0.29	0.34	0.25	0.24	0.26	0.29
Oxígeno disuelto	O ₂ mg/l	8.75	8.53	9.15	8.7	8.68	8.65	8.79	8.78

Los datos reportados por la Revista Sciéndo – Dirección de Investigación Científica de Universidad Nacional de Trujillo se muestran a continuación:

Tabla 4: Parámetros químicos en 7 estaciones de muestreo establecido en el río Utcubamba – Amazonas

Fuente: Calidad ecológica del agua de río Utcubamba, Sciéndo 2011

Parámetro	Punto I	Punto II	Punto III	Punto IV	Punto V	Punto VI	Punto VII
pH	8.2	9.4	9.3	8.4	8.4	9.7	9.9
Oxígeno Disuelto	11.0	9.0	8.0	7.0	7.0	4.0	3.0
DBO₅	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Fosfatos	2.1	1.3	0.7	0.7	0.4	2.4	2.5
Nitratos	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5

1.3. Marco legislativo

A nivel mundial, las iniciativas medioambientales de la industria contemplan un compromiso libremente asumido a favor del desarrollo sostenible y la protección medioambiental a fin de reducir el impacto provocado por el uso de detergentes.

El reglamento europeo sobre detergentes anuncia y resalta una serie de modificaciones que afectan al grado de información al consumidor y al perfil medioambiental exigible a los productos detergentes, cuyo objetivo es garantizar un elevado nivel de protección del medio ambiente.

1.3.1. Contexto nacional

En el Perú no existen procedimientos universales para el diseño de los programas de monitoreo medioambiental, en ese sentido, cada programa debe elaborarse para cada situación en particular. Bajo el aspecto legal se debe considerar lo siguiente:

- Decreto Supremo N° 002-2008 – MINAM.
 - Reglamento de desagües industriales DS N° 028 – 60.
 - Ley General de aguas, D.L. N° 17752 Y EL D.S. N° 007 – 83 SA que modifica los artículos 81 y 82 de los títulos I, II Y III del reglamento de la Ley General de Aguas.
- A. Estándares nacionales de calidad ambiental del agua (ECA): Establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua. Cabe mencionar que este último se encuentra en condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos.

A nivel nacional, los estándares de calidad aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, estas resultan ser un referente

obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. A partir de ello, los indicadores de contaminación bioquímica son:

- Oxígeno Disuelto: El oxígeno disuelto en las aguas residuales indican el grado de frescura o ranciedad de estas aguas, así como también necesidades de proveerlas o no de un adecuado control de sus olores. En efecto, indica el estado de septización y potencialidad de las aguas residuales para producir malos olores.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación al dicromato o permanganato, en medio ácido. La oxidación llevada a cabo en un laboratorio de análisis de DQO no será correspondiente a la estequiometría.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable, la cual está presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aerobia.

La demanda de oxígeno de las aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales:

- Materiales orgánicos carbónicos, utilizables como fuente de alimentación por organismos aeróbicos;
- Nitrógeno oxidable, derivado de la presencia de nitritos, amoníaco, y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven como alimentación para bacterias específicas (Nitrosomonas y Nitrobacter); y
- Compuestos químicos reductores (ión ferroso, sulfitos, sulfuros, que se oxidan por oxígeno disuelto).

Tabla 5: Categoría n°4 - Conservación del medio acuático
Fuente: Decreto Supremo N°002-2008. Ministerio del Ambiente

Parámetros	Unidades	Lagunas y Lagos	Ríos	
			Costa y Sierra	Selva
Físicos y Químicos				
Demanda bioquímica de Oxígeno(DBO5)	mg/L	<5	<10	<10
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=5	>=5	>=5
pH	unidad	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<=25	<=25-100	<=25-400
Inorgánicos				
Fosfatos Total	mg/l	0.4	0.5	0.5
Nitratos (N-NO3)	mg/l	5	10	10
Nitrógeno Total	mg/l	1.6	1.6	

Las normas técnicas peruanas establecen los lineamientos claves para la producción de productos de higiene doméstica, se adjunta en el apéndice lo siguiente:

- NTP 319.170:1979 (revisada el 2012). Jabones y detergentes. Determinación de fosfatos.
- NTP 319.169:1979 (revisada el 2012). Jabones y detergentes. Determinación del pH de las soluciones acuosas de jabones y detergentes.
- NTP 319.129:1979 (revisada el 2012). Jabones y detergentes. Detergentes sintéticos para uso doméstico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Modelo de evaluación de significancia

El modelo de evaluación de significancia identifica y evalúa los impactos ambientales y socioeconómicos generados por las actividades que contempla la formulación de detergentes fosfatados, con la finalidad de definir la significancia de los impactos.

Para la presente EIA se ha empleado la metodología de evaluación “Matriz de Leopold modificada”, a través de ella se realiza la identificación de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, para posteriormente definir la significancia de los impactos residuales, es decir, aquellos efectos que se producen una vez implementadas las medidas de mitigación.

La EIA considera componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Los componentes físicos incluyen agua, aire y suelo; los componentes biológicos incluyen flora terrestre, fauna terrestre y ambientes acuáticos; y los componentes socioeconómicos incluyen salud y bienestar, empleo e ingresos, organización social, uso de recursos productivos y calidad visual.

2.1.1. Metodología de evaluación: Matriz de Leopold modificada

La Matriz de Leopold funciona como una lista de control bidimensional, un listado en forma matricial que generalmente contiene en el eje vertical los factores y parámetros ambientales, mientras que en el eje horizontal se describen las actividades del proyecto. En esta matriz se identifican los factores y parámetros que serían afectados y las acciones causantes, marcando una X en la casilla de intersección de estas. Luego de identificar los factores y parámetros que tienen impacto, se procede a discriminar aquellos que tienen impactos negativos y positivos.

La EIA no toma decisiones sino que ayuda en el proceso de toma de decisiones, es así que se traduce en un sistema el cual tiene una secuencia lógica de pasos.

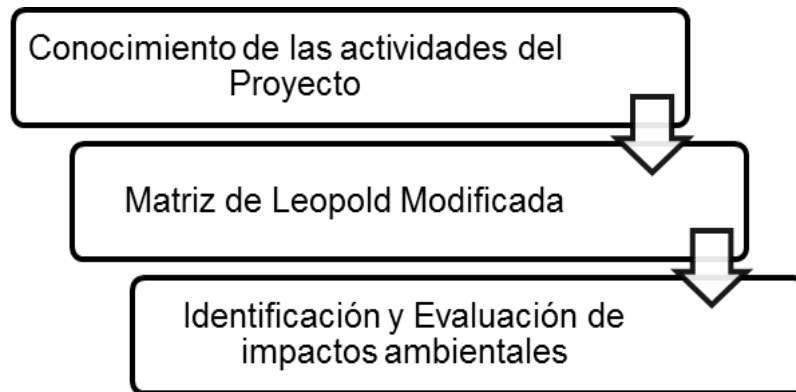


Figura 2: Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

Fuente: MO Contratistas y servicios generales SAC

2.1.2. Criterios de Evaluación de Impactos

Con la finalidad de determinar la significancia de los impactos identificados, éstos fueron evaluados en función de la bibliografía. Los criterios de evaluación se detallan a continuación:

- A. Tipo de Impacto (Tp): Establece si el cambio producido por la ejecución de las actividades del Proyecto, en relación al estado inicial del componente ambiental o socioeconómico, es positivo (+) o negativo (-).
- B. Magnitud (Mg): Establece la intensidad, con que se manifiesta el impacto sobre el medio por las acciones del proyecto. Este criterio se determina, de forma cualitativa, en base a referencias, límites establecidos, contexto de línea base y a la opinión de expertos. La magnitud del impacto se califica de la siguiente manera:

Tabla 6: Escala de Magnitud

Calificación	Valor	Explicación	
		Criterio Ambiental	Criterio Socioeconómico
Baja	1	El grado de impacto ambiental es bajo si la condición inicial del componente ambiental prácticamente se mantiene o casi no varía.	El nivel del impacto modifica ligeramente la realidad social previa al impacto.
Moderada	2	El grado de impacto ambiental es moderado si el impacto produce cambios notorios respecto a la condición inicial del componente ambiental, pero dentro de niveles aceptables ¹ .	El nivel del impacto genera cambios moderados en la realidad social previa al impacto.
Alta	3	El grado de impacto ambiental es alto, superando niveles aceptables, pudiendo perderse su condición original.	El nivel del impacto genera cambios considerables en la realidad social previa al impacto.

C. Extensión (Ex): Establece el alcance espacial del impacto sobre el componente ambiental y socioeconómico. La extensión del impacto se califica de la siguiente manera:

Tabla 7: Escala de Extensión

Calificación	Valor	Explicación
Puntual	1	Los impactos se presentan dentro del área directamente perturbada por la fuente de impacto (huella del proyecto).
Local	2	Los impactos se presentan fuera del área directamente perturbada por la actividad impactante, pero dentro del área de influencia indirecta del Proyecto.
Distrital	3	Los impactos superan las áreas de influencia del Proyecto, hasta un nivel distrital.

¹ Entiéndase el término “niveles aceptables” como aquella situación en que el impacto al componente ambiental no supera los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (en caso se aplique), o no genera una desviación importante de las condiciones de línea base según el criterio de los evaluadores.

D. Reversibilidad (Rev): Establece si los impactos negativos son reversibles, es decir, mide la capacidad del ambiente de retomar a una situación similar o equivalente a la inicial. La reversibilidad del impacto se califica de la siguiente manera.

Tabla 8: Escala de Reversibilidad

Calificación	Valor	Explicación	
		Criterio Ambiental	Criterio Socioeconómico
Reversible	1	El ambiente puede retomar a su estado inicial o equivalente al inicial sin aplicar medidas preventivas y/o de mitigación.	El impacto es reversible con un plan de manejo ejecutado exitosamente.
Parcialmente Reversible	2	El ambiente puede retomar a su estado inicial o equivalente al inicial mediante la aplicación de medidas preventivas y/o de mitigación.	El impacto es medianamente reversible a pesar de haberse ejecutado exitosamente un plan de manejo.
Irreversible	3	El ambiente no puede retornar a su estado inicial o equivalente al inicial a pesar de la aplicación de medidas preventivas y/o de mitigación. El impacto produce efectos permanentes.	El impacto es difícilmente reversible, a pesar de haberse ejecutado exitosamente un plan de manejo, existiendo una alta probabilidad de que se generen futuros conflictos sociales.

Un aspecto importante a considerar es que para la evaluación de los impactos positivos no se considera el criterio de reversibilidad. Para este caso, este criterio es reemplazado por el criterio denominado potencialidad, el cuál expresa la capacidad de un impacto de producir mayores efectos positivos debido a la aplicación de medidas manejo.

La potencialidad (Pot) de los impactos positivos se conforme a lo indicado en la Tabla 9:

Tabla 9: Calificación de Potencialidad

Calificación	Valor	Explicación
Alta	3	En función de la exitosa ejecución de un plan de manejo, el impacto puede ser ampliamente potenciado en beneficio del mejoramiento de la calidad y las condiciones de vida de la población local.
Media	2	En función de la exitosa ejecución de un plan de manejo, el impacto puede ser moderadamente potenciado en beneficio del mejoramiento de la calidad y las condiciones de vida de la población local.
Baja	1	A pesar de la exitosa ejecución de un plan de manejo, el impacto puede ser levemente potenciado en beneficio del mejoramiento de la calidad y las condiciones de vida de la población local.

E. Significancia (Sg): Define la relevancia o importancia de cada impacto potencial identificado para el proyecto. La significancia se calcula de la siguiente manera:

- Sg (impactos negativos) = $Tp * Mg * Ex * Rev$
- Sg (impactos positivos) = $Tp * Mg * Ex * Pot$

Tabla 10: Escala de Valoración para la Significancia

Valoración	Rango
Baja	1 a 6
Media	7 a 12
Alta	13 a 27

2.2. Componentes básicos del detergente

Un detergente sintético es un compuesto producido por síntesis química que forma parte de un proceso de lavado. La molécula del detergente está compuesta de una parte polar (hidrofílica), con afinidad a los dipolos del agua y otra parte no polar (hidrofóbica), con afinidad al aceite y las grasas. Esto hace que el detergente tenga un comportamiento dual en el agua.

Al entrar en contacto con el agua, las moléculas del detergente se congregan en grupos esféricos llamados micelas. La parte polar de la molécula del detergente en el agua forma un grupo; la parte no polar en las grasas forma otro disolviendo la suciedad (ver figura 3). Esto causa una reducción de la tensión superficial, que combinada con la acción mecánica del lavado hace que la suciedad sea removida fácilmente (Pillay).

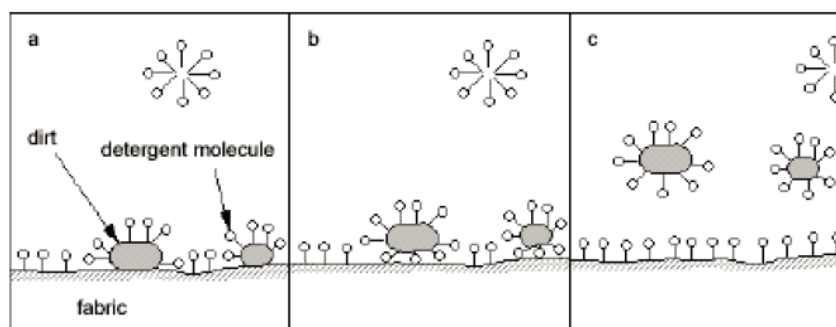


Figura 3: Procesos de detergencia

Fuente: Pillay, 1995

Los detergentes están constituidos por sustancias que tienen propiedades fisicoquímicas que le confieren al detergente un mejor lavado y facilitan su fabricación. Los principales compuestos de los detergentes son los surfactantes, agentes secuestrantes, agentes blanqueadores y agentes antiredepositante.

2.2.1. Surfactantes

Los surfactantes son un grupo extenso de agentes con actividad en la interfase o superficie, los cuales pueden ser producidos biológicamente o sintéticamente.

Todos las moléculas de los surfactantes tienen una cabeza "hidrofílica" y un grupo hidrofóbico; la parte hidrofoba generalmente consiste de una cadena de alquilo (ramificado o no) que está unido al grupo hidrófilo funcional. De acuerdo a la acusación de sus restos hidrófilos, surfactantes se clasifican en cuatro categorías: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros.

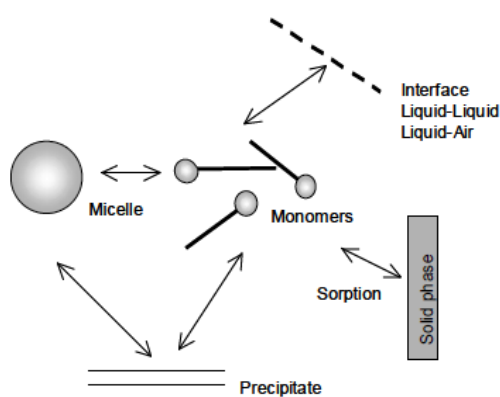


Figura 4: Comportamiento de las moléculas del surfactante en el agua
Fuente: Guy Broze, 1999. Handbook of Detergents – Part A: Properties

En general, las sustancias de superficie activa, como el nombre implica, modifica las interfaces – sea entre sólido y líquido, entre dos líquidos inmiscibles, o entre la fase líquido gas. Como resultado, se activan nuevas propiedades de las superficies u otros procesos tales como la humectación, cambio de interfaz, deshumectación, emulsificación, la formación de espuma, y los procesos de limpieza.

Se clasifican de acuerdo al carácter iónico que presenten, por ejemplo los surfactantes aniónicos (sulfonatos, éster-sulfatos, jabones) y no iónicos (alcoholes o fenoles etoxilados) actúan como agentes de mojabilidad del sustrato, rebajan la tensión interfacial, se adsorben y cambian el potencial superficial, emulsionan el sucio líquido, y dispersan las partículas sólidas.

Tabla 11: Categorías de surfactantes de acuerdo al tipo de grupo hidrofílico

Fuente: Guy Broze, 1999. Handbook of Detergents – Part A: Properties.

CATEGORIA	GRUPO HIDROFILICO	EJEMPLO TIPICO
Surfactante aniónico	$-COO^-$ $-SO_3^-$ $-OSO_3^-$	Jabones Alquilbencenosulfonato Alquil sulfato, alquil éter sulfato.
Surfactante no iónico	$-(CH_2CH_2O)_x$ (x= 2 -20) $>N \rightarrow O$	Alcohol etoxilado Amina N-oxidos
Surfactante Catiónico	$ $ $-N^+ -$ $ $	Amonio Cuaternario compuesto con uno o dos grupos hidrófobos.
Betaínas	$ $ $-N^+ - (CH_2)_y - COO^-$ $ $ (y = 2 o 3)	Alkilacilamida betaína.

2.2.2. Agentes secuestrantes mejoradores (Builders)

Estas sustancias tienen por objetivo mejorar la acción limpiadora del surfactante mediante varios efectos. Su principal acción es secuestrar a los cationes divalentes del agua dura (calcio, magnesio) para evitar la interacción de estos iones con los surfactantes. La eliminación se hace en forma de solubilización (quelato), precipitación, o intercambio iónico.

Otra de las acciones de los mejoradores es mantener el pH de la solución detergente a un valor alcalino, neutralizar los ácidos grasos libres y formar jabones in-situ en la interfase. También aumentan el potencial (negativo) de superficie de los textiles y de los sucios y por tanto inhiben la redeposición.

Existen dos tipos de agentes mejoradores: los inorgánicos y los orgánicos. En la actualidad los más empleados son los agentes mejoradores inorgánicos

solubles, principalmente fosfatos, y en menor grado silicatos y carbonatos de sodio, o insolubles como las zeolitas (aluminio-silicato natural o sintético):

- Pirofosfato de sodio: $Na_4P_2O_7$
- Silicato de sodio: $xNa_2O - ySiO_2$
- Carbonato de sodio: Na_2CO_3
- Aluminosilicatos de sodio Zeolita: $Na_2O - Al_3O_3 - 2SiO_2 - xH_2O$

2.3. Proceso de producción de detergentes

Los detergentes en polvo se fabrican en 3 etapas:

- A. Preparación de una mezcla líquida e ingredientes sólidos ("slurry"), a alta temperatura y que luego será atomizado.
- B. El polvo base producido se deja enfriar antes de añadir el resto de ingredientes para el post – dosificado.
- C. El detergente en polvo es envasado.

Las propiedades físicas claves del producto son:

- Buen flujo de polvo y granulometría.
- Estabilidad durante el almacenamiento.
- Buena dispersión en el dispensador de la lavadora.

El proceso de elaboración de detergentes se encuentra conformado por etapas, cuyo detalle se muestra en la figura 5:

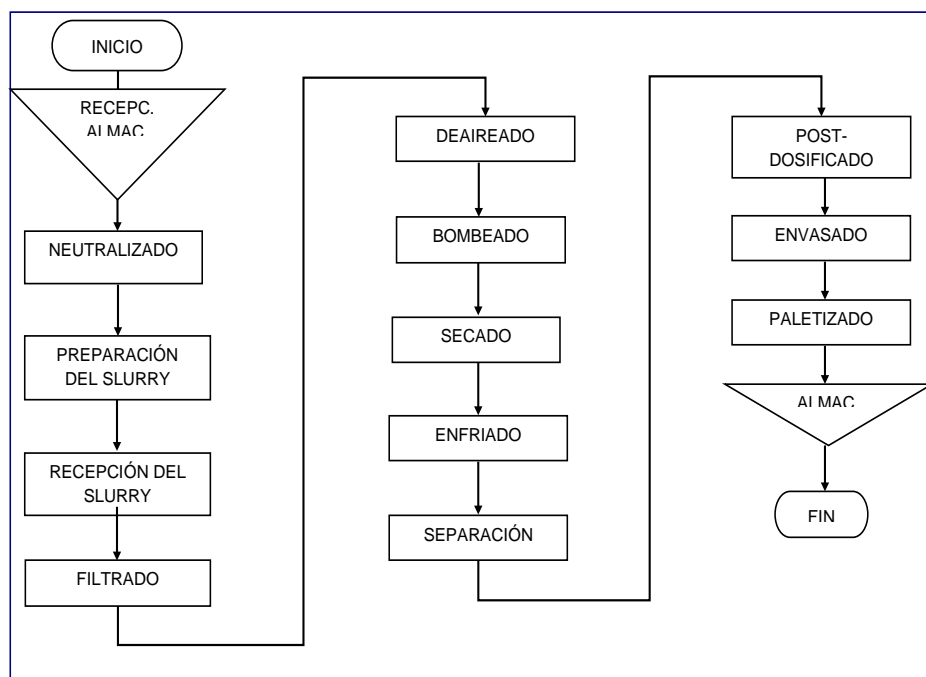


Figura 5: Diagrama simple de flujo del proceso

Fuente: Elaboración propia

La primera etapa de elaboración de detergentes consiste en la elaboración del slurry, la cual es obtenida por la mezcla de agua e ingredientes como carbonato, surfactantes, polímeros y blanqueadores ópticos. Cabe mencionar que la neutralización del ácido sulfónico/soda caustica debe realizarse de manera separada en un tanque agitado antes de ser adicionado al slurry.

Luego, la mezcla es bombeada a presión alta hacia las boquillas calibradas en el tope de la torre de secado y atomizado a contracorriente con un flujo de aire caliente (~400°C). A partir de la etapa de secado se obtienen partículas pequeñas de 500 - 700µm de tamaño, las cuales son formadas y constituyen la base de polvo que se enfría gradualmente a medida que se transporta a la intemperie para ser almacenado en silos.

2.4. Mecanismos de acción de builders

Con la finalidad de dosificar el nivel correcto de ablandadores de agua en la formulación de detergentes en polvo, resulta necesario conocer los parámetros fisicoquímicos del agua, entre ellos la **dureza total**. Para un mejor entendimiento se define los siguientes términos:

A. Dureza del agua: Es una característica técnica del agua, que está determinada por la concentración de sales de calcio y/o magnesio en forma de carbonatos o sulfatos y carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. La dureza del agua indica la presencia de impurezas en el agua: sólidos disueltos, gases disueltos y sólidos en suspensión.

Tabla 12: Monitoreo de dureza total en departamentos del Perú, 2012

Fuente: DISAs, DIRESAs - Vigilancia de la Calidad de Agua. Dirección de Laboratorio DIGESA. 2012

Provincia	Origen/fuente	Dureza total en ppm (mg/l)
Ancash	Agua subterránea	331.8
Ancash	Agua potable	454.3
Cajamarca	Agua superficial	91.0
Cusco	Agua subterránea	97.0
Ica	Agua subterránea	265.3
Loreto	Agua Superficial	68.0
Pasco	Agua Superficial	88.3
Piura	Agua subterránea	474.7
San Martín	Agua potable	10.3
Tacna	Agua subterránea	350.8

De los datos obtenidos en la tabla 12 se calculó un promedio:

- A nivel nacional, el valor promedio (referencial) de dureza total: **260 ppm**
- A nivel lima provincias y distrital, el promedio (referencial): 418 ppm

B. Mecanismo de acción: La remoción de cationes divalentes del agua, que suministra la empresa encargada de servicio de agua potable y alcantarillado, se logra a través de los diferentes mecanismos de acción de los builders:

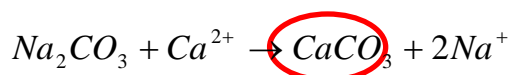
- Complejación - Formación de complejos solubles
- Intercambio iónico.
- Precipitación.

De los tres mecanismos, el más deseable es el primero, ya que no se forman compuestos insolubles que puedan depositarse sobre los tejidos.

- Complejación: Es el mejor proceso de secuestración o mecanismo de quelación que otorga sustancias solubles conteniendo un catión lo suficientemente estable para prevenir la precipitación. Algunos de los productos que actúa de esa manera es Tripolifosfato de sodio, nitrilo acetato de sodio, citrato de sodio o agentes quelantes orgánicos como policarboxilato que han venido desempeñándose en los últimos 25 años.
- Intercambio iónico: Proceso que inicia con un producto insoluble en el agua que contiene sodio que será intercambiado con el calcio iónico del agua. El producto que mejor ilustra este mecanismo es la Zeolita que intercambia sodio por calcio y que tiene afinidad por el catión de magnesio presente en el agua dura.

Las sustancias como Pirofosfato de sodio $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, Silicato de sodio $x\text{Na}_2\text{O} - y\text{SiO}_2$, Carbonato de sodio Na_2CO_3 , Aluminosilicatos de sodio (zeolita) secuestran los cationes divalentes por intercambio iónico y forman compuestos insolubles.

- Precipitación: Tercer mecanismo de remoción de calcio y magnesio que se obtiene a través del carbonato de sodio cuya precipitación rápida permite visualizar dicho efecto coloidal. En la siguiente reacción se obtiene el carbonato de calcio como precipitado.



III. ESTUDIO DE NUEVO SISTEMA SECUESTRANTE / DISPERSANTE

La regulación de fosfatos en la industria de detergentes genera un gran cambio en la formulación, para ello se debe encontrar el sustituto adecuado del Tripolifosfato de sodio (STTP). La búsqueda de nuevos agentes complejos debe ser superior al builder por excelencia STTP, cuyo requerimiento de desempeño, costo e impacto ambiental debe cumplir simultáneamente y cuyas funciones son:

- Ablandamiento del agua.
- Actividad antirredositante y dispersante.
- Alcalinidad y buffer.
- Propiedades anticorrosivas.
- Reducción de la concentración crítica de micelas del surfactante.

A continuación se muestra una tabla de formulaciones referenciales:

Tabla 13: Fórmulas típicas de detergentes en polvo

Fuente: Machín, Henkel Ibérica S.A. (2008)

Ingredientes	Ejemplos	Dosis (%)
Builders (sistema secuestrante)	Tripolifosfato de sodio, Silicato de sodio, Carbonato de sodio	15 – 50
Surfactantes	LAS, No iónico, Jabón	3 – 5
Blanqueante químico	Percarbonato	5 – 25
Activador de blanqueo	TAED	1 - 4
Enzimas	Proteasas, amilasas, celulasas.	0.1 – 0.8
Blanqueador óptico	Derivados estilbénicos o bifenilos	0.05 – 0.3
Relleno	Sulfato de sodio	5 - 30

3.1. Prueba experimental a escala laboratorio

Las pruebas experimentales se realizaron a escala laboratorio alineado a una estrategia de desarrollo experimental.

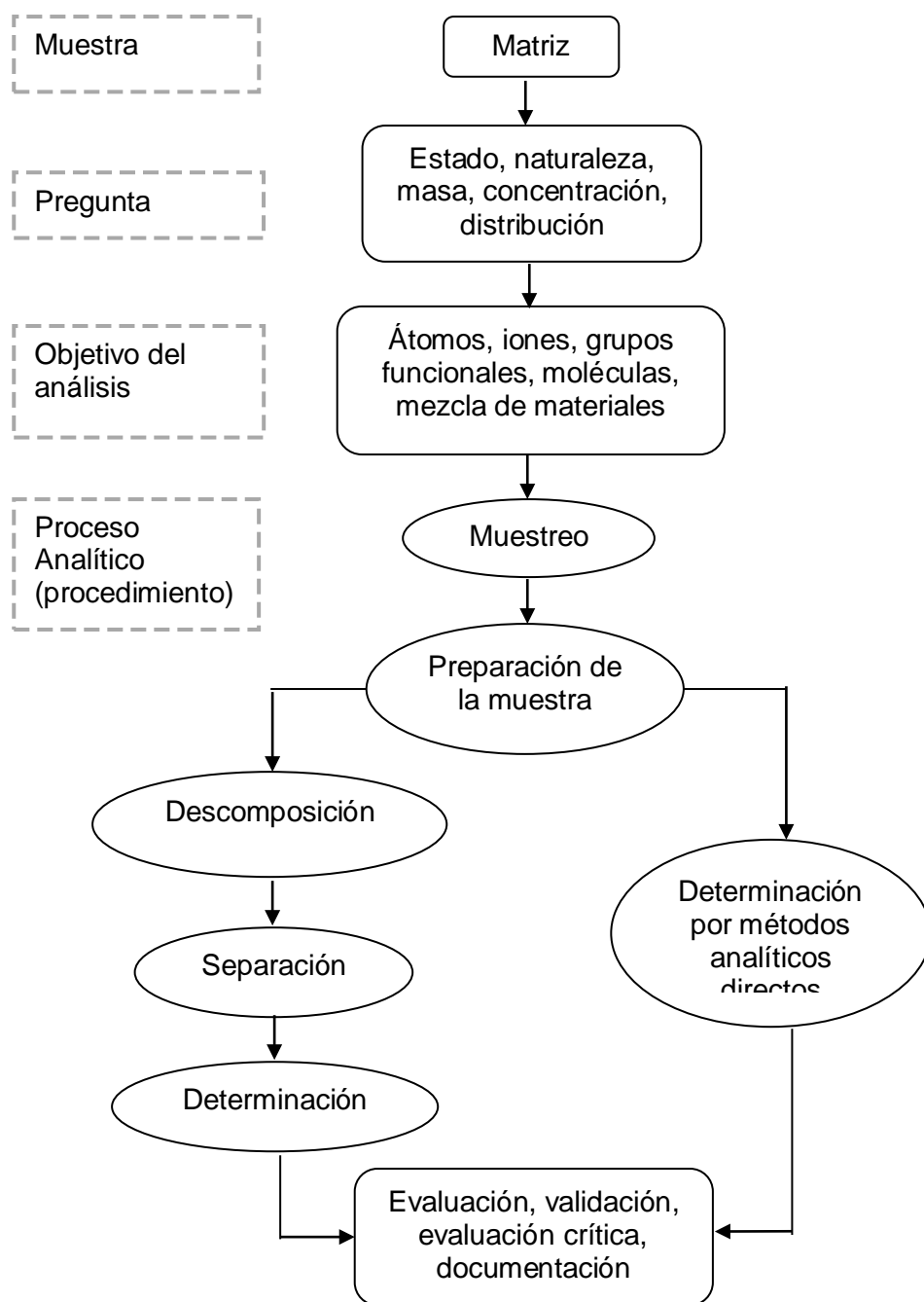


Figura 6: Diagrama de flujo de una estrategia general analítica
Fuente: Heinrich Waldhoff, Handbook of Detergents – Analysis.



Figura 7: Fotos referenciales de la parte experimental

3.1.1. Determinación de Dureza de agua

La dureza del agua será definida como una característica que puede ser representada por la concentración total de los iones calcio y magnesio, expresados como mg/ l (ppm) de carbonato de calcio; sin embargo, si se encuentran presentes otros iones metálicos polivalentes, como fierro, aluminio, manganeso, estroncio y zinc; en cantidades de significación, también se deben incluir.

3.1.2. Metodología

El ácido etilendiaminotetraacético y sus sales de sodio (EDTA) forman un complejo soluble cuando se agregan a una solución de ciertos cationes metálicos. Si se agrega una pequeña cantidad de un indicador, como el negro de eriocromo T, a una solución acuosa que contenga iones de calcio y magnesio, a un pH de $10 \pm 0,1$; la solución vira al rojo vino; si entonces se agrega el EDTA como valorante, se forman complejos de calcio y magnesio.

Después de que se ha agregado el EDTA suficiente para que todos los iones de calcio y magnesio hayan formado complejos, el color de la solución virará del rojo vino al azul, que es el punto final de la titulación.

3.1.3. Materiales y reactivos

La realización del proyecto involucró el uso de diferentes materiales y reactivos, los cuales permitieron medir la dureza del agua a escala laboratorio.

A. Instrumentos de laboratorio:

- Microbureta, de 10 ml.
- Frascos Erlenmeyer, de 300 ml.
- Pipeta, de 10 ml y 25 ml.
- Probeta graduada de 25 ml y 100 ml.

B. Reactivos

- Cloruro de amonio (NH_4Cl), grado reactivo.
- Hidróxido de amonio (NH_4OH), grado reactivo.
- Negro de eriocromo T, grado reactivo.
- Cloruro de sodio (NaCl), grado reactivo.
- Reactivo de EDTA o Tritriplex III, grado reactivo.

C. Soluciones

- Solución amortiguadora.
- Disolver 16,9 g de cloruro de amonio (NH_4Cl) en 143 ml de hidróxido de amonio concentrado (NH_4OH); diluir a 250 ml con agua destilada.
- Solución estandarizada de EDTA 0,01 M.

D. Mezcla indicadora

Mezclar íntimamente 0,5 del indicador negro de eriocromo T y unos 100 g de cloruro de sodio, para preparar una mezcla seca y pulverizada.

3.1.4. Descripción del diseño experimental

En un frasco Erlenmeyer, diluir 25 ml de la muestra hasta unos 100 ml con agua destilada. Luego agregar 1-2 ml de la solución amortiguadora para obtener un pH de 10,0 a 10,1. Seguidamente agregar una cantidad apropiada de la mezcla indicadora en polvo.

Después con agitación constante, se agrega lentamente la solución valorante de EDTA hasta que desaparezca de la solución el último tinte rojizo, agregando las últimas gotas a intervalos de 3 a 5 segundos. En el punto final el color de la solución es azul. Tener en cuenta que si en la valoración no se obtiene un viraje preciso de color, puede deberse a un deterioro del indicador.

3.1.5. Ecuación para la dureza

$$D = \frac{G \times f \times 1\,000}{V.m.}$$

- D = dureza como carbonato de calcio, en partes por millón.
G = gasto de la solución de EDTA, en mililitros.
f = factor de corrección del EDTA.
V.m. = volumen de muestra, en mililitros.

3.1.6. Consideraciones

- Como la solución de EDTA puede extraer cationes productores de dureza de los recipientes de vidrio común, se debe conservar en frascos Pyrex o de plástico.
- La porción alícuota de la muestra que se tome para titulación debe consumir menos de 15 ml del valorante. La duración de la valoración no debe exceder de 5 minutos, contados a partir del tiempo de la adición de la solución amortiguadora.

3.2. Capacidad de quelación

La capacidad de quelación es el parámetro más importante en la elección de un builder y la dureza del agua es un factor clave ecológico a nivel regional. El término de quelación, secuestración y complejación son usados para referir a la reacción de un agente químico quelante que forma complejos solubles en agua con iones metálicos. La remoción de iones calcio de los principales builders se define bajo ciertos criterios para un eficiente secuestro:

- La capacidad de remover calcio o magnesio, expresado en mg de Ca⁺² o mg por gramo de builder anhidro, bajo condiciones de pH, temperatura, concentración inicial de especies.
- La reacción cinética de la remoción de los cationes divalentes, también bajo condiciones de prueba antes mencionadas.
- La constante de estabilidad de las especies formadas, las cuales son constante de quelación, constante de intercambio iónico o en el caso de precipitación es la solubilidad del producto.

Tabla 14: Capacidad de remoción de calcio de builders

Fuente: Guy Broze, 1999. Handbook of Detergents – Part A: Properties

Builders	Capacidad (mg Ca ⁺² /g builder)	Constante complejación	Mecanismo
Carbonato de sodio	377	8.2	Precipitación
Tripolifosfato de sodio	110	6.0	Secuestración
Disilicato	65	2.4 – 8.5	Secuestración – Precipitación
Carbonato de sodio – silicato cogranulo.	220	7.0	Precipitación limitada
Zeolita 4A	155	3.3	Intercambio Iónico

3.2.1. Tripolifosfato de sodio (STTP)

El tripolifosfato de sodio es un ablandador de agua por excelencia reconocido a nivel mundial por su alta capacidad de quelación según lo mostrado en la tabla 15. En el proceso de complejación existen las siguientes reacciones estequiométricas:

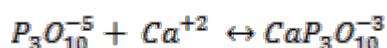
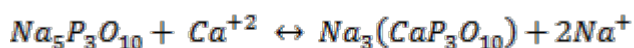


Tabla 15: Cálculo estequiométrico para el builder

Fuente: Elaboración propia.

	STTP (A)	Ión Calcio(B)	Complejo	Ión Sodio
Estequiometría	1	1	1	2
PM (g/mol)	367.906	40.080		
g	367.906	40.080		

Estequiométrico : $(B/A) \cdot 1000 = 108.94 \text{ mg Ca/g STTP}$

Se validó los cálculos teóricos realizados a escala laboratorio para una muestra de agua de 350ppm donde figura que se requiere 30% STTP en la formulación para reducir la dureza del agua.

Tabla 16: Dosis de STTP para 1 litro de agua con dureza 350ppm

Fuente: Elaboración propia

MUESTRA	350 ppm	
	g(STTP) / litro	% FORM.
Form1	0.14	3.5
Form2	0.28	7.0
Form3	0.56	14.0
Form4	0.84	21.0
Form5	1.2	30.0

g(STTP)/litro	mg Ca ⁺⁺ /l	mg CaCO ₃ /l	350 ppm
1.00	108.94	272.05	D. TEORICA FINAL
0.14	15.268	38.13	311.87
0.28	30.537	76.26	273.74
0.56	61.074	152.52	197.48
0.84	91.611	228.78	121.22
1.20	130.729	326.46	23.54

Según el dato teórico de la reacción estequiométrica, un gramo de tripolifosfato de sodio logra secuestrar 108.94mg de ion calcio, cuya conversión en la unidad de dimensión de dureza de agua es 272.05mg de carbonato de calcio. Para efectos de demostrar la capacidad de quelación, se consideró el valor de dureza total de una muestra de agua de 350ppm.

3.2.2. Silicato de sodio

Existen dos formas de representar el silicato de sodio como amorfo o cristalino. El silicato de sodio amorfo o hidratado se emplea en el proceso de atomización de detergentes en polvo y se diferencia por el ratio molar del SiO₂ y Na₂O que afecta significativamente sus propiedades. Para este caso se aplicará el silicato de sodio hidratado a una concentración del 45% y con ratio molar igual a 4.

Reacción estequiométrica:



Según la tabla 14, la capacidad de remoción teórica del disilicato es 65mg Ca/g builder. Donde para 1mol de Ca²⁺ se considera la siguiente reacción:

Tabla 17: Cálculo estequiométrico para el builder

Fuente: Elaboración propia

	$(SiO_2)_2(Na_2O)_8$ (B)	Ca ²⁺ (A)	Ca $[(SiO_2)(Na_2O)_4]_2$	Na ⁺
Estequiometría	1	1		
PM (g/mol)	616.072	40.080	***	***
g	616.072	40.080	***	***

Donde para 1mol de Ca²⁺ y considerando una reacción estequiométrica:

$$W_{1\text{mol Ca}^{2+}} = 40.0\text{g}$$

$$W_{1\text{mol } (SiO_2)_2(Na_2O)_8} = 616.0\text{g}$$

$$\text{Capacidad remoción} = \frac{40 * 1000\text{mg Ca}^{2+}}{616\text{g builder}} = 65 \frac{\text{mg Ca}}{\text{g builder}}$$

Estequiométrico: 65.06 mg Ca/g $(SiO_2)_2(Na_2O)_8$

3.2.3. Carbonato de sodio

Insumo muy importante en la formulación por su gran aporte de alcalinidad y afinidad por secuestrar iones calcio en el proceso de lavado. El mecanismo de quelación es mediante la precipitación del carbonato de calcio, tal como se observa en el producto obtenido de la siguiente reacción.

Reacción estequiométrica:

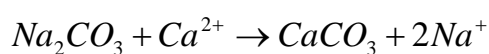


Tabla 18: Cálculo estequiométrico para el builder

Fuente: Elaboración propia.

	Na ₂ CO ₃ (B)	Ca ²⁺ (A)	CaCO ₃	Na ⁺
Estequiometría	1	1	1	2
PM (g/mol)	106.004	40.000		
g	106.004	40.000		

Estequiométrico: $(A/B)*1000 = 377.34 \text{ mg Ca/g STTP}$

3.2.4. Sistema binario de builders

El sistema binario actualmente empleado por la mayoría de formulaciones es el silicato de sodio (45% concentración) y carbonato de sodio.

Inicial Ca²⁺: 3×10^{-3} mol/L Carbonato + Disilicato: 1 g/L

Tabla 19: Ratio de dosis de 2 secuestrantes carbonato de sodio y silicato de sodio en una formulación básica

Fuente: Guy Broze, 1999. Handbook of detergents – Part A: Properties

Ratio carbonato/ silicato	Ca²⁺ libre (%)	Calcio precipitado (%)	Calcio como núcleo (%)
Carbonato	2	98	0
60/40	5	85	10
50/60	15	70	15
40/60	25	40	35
30/70	35	10	55
Disilicato	27	73	0

Para validar los datos proporcionados en la tabla 20 se procede a realizar una corrida a escala piloto donde se verifica que el sistema carbonato y silicato (30/70) es el adecuado por presentar el menor valor de dureza total final en el agua:

Tabla 20: Proporción óptima del sistema binario de builders

Fuente: Elaboracion propia

	CARBONATO DE SODIO (1g/l)	0.6g/l Carbonato + 0.4g/l Disilicato	0.4g/l Carbonato + 0.6g/l Disilicato
Dureza de agua potable	350 ppm	350 ppm	350 ppm
Cantidad de Ca ²⁺	350 mg de CaCO ₃ /l 140.15 mg de Ca ⁺⁺ /l 0.14 g de Ca ⁺⁺ /l	350 mg de CaCO ₃ /l 140.15 mg de Ca ⁺⁺ /l 0.14 g de Ca ⁺⁺ /l	350 mg de CaCO ₃ /l 140.15 mg de Ca ⁺⁺ /l 0.14 g de Ca ⁺⁺ /l
Sin Remoción Método convencional	91.00 mg CaCO ₃ /l (ppm)	202.00 mg CaCO ₃ /l (ppm)	106.00 mg CaCO ₃ /l (ppm)

0.3g/l Carbonato + 0.7g/l Disilicato	Disilicato
350 ppm	350 ppm
350 mg de CaCO ₃ /l 140.15 mg de Ca ⁺⁺ /l 0.14 g de Ca ⁺⁺ /l	350 mg de CaCO ₃ /l 140.15 mg de Ca ⁺⁺ /l 0.14 g de Ca ⁺⁺ /l
56.00 mg CaCO ₃ /l (ppm)	71.00 mg CaCO ₃ /l (ppm)

3.3. Sistema actual de secuestrantes

El sistema secuestrante de los detergentes en polvo optimiza la acción del resto de sustancias activas del detergente gracias a una amplia variedad de funciones: captura de iones calcio/magnesio y de metales pesados, prevención de precipitados e incrustaciones, inhibidor de agrisamiento de los tejidos, potenciador de eficacia de los tensioactivos, poder dispersante de suciedad, etc.

En la tabla 21 se describe las funciones de cada ingrediente que conforma el sistema secuestrante de formulaciones típicas en las industrias de productos de higiene doméstica.

Tabla 21: Funciones básicas de los componentes de un detergente

Fuente: Elaboración propia.

Ingrediente	Función en el lavado	Actúa con iones Ca^{+2}
Ingrediente activo	Surfactante aniónico, principal activo de lavado.	Forma sales de Calcio solubles en agua.
Silicato de sodio	Agente buffer, mantiene el PH del agua de lavado en el lado alcalino.	Forma sales de Calcio insolubles en agua
Tripolifosfato de sodio	Secuestrante de Dureza de agua.	Forma sales de Calcio solubles en agua.
Carbonato de sodio	Aportar alcalinidad al sistema de lavado, para incrementar la acción detergente del surfactante aniónico.	Forma sales de Calcio insolubles en agua.

El tripolifosfato de sodio es importante para la detergencia por las siguientes razones: (i) forma complejos solubles en medio alcalinos en presencia de iones provenientes de agua dura, (ii) provee reserva de alcalinidad, (iii) tiene propiedades de antirredeposición.

3.3.1. Formación de complejos solubles

El calcio en agua ayuda a fijar las partículas de minerales y residuos orgánicos tales como ácidos grasos libres con cadenas largas de carbono presentes en el sebo. La mayoría de partículas sólidas suspendidas en el licor de lavado están cargadas negativamente y la superficie de los tejidos también está cargada negativamente.

En este caso, el calcio sirve como un puente entre la partícula de la suciedad y la superficie de la fibra (ver figura 7). Los ácidos grasos del sebo forman precipitados insolubles con el calcio que luego se deposita en las fibras (algodón o poliéster).

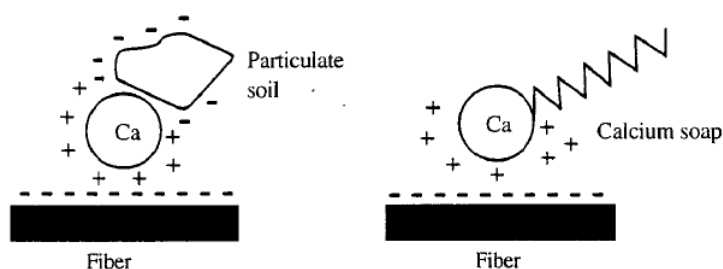


Figura 8: Fijación de la suciedad en la prenda por el Ca^{+2}

Fuente: Louis Ho Tan Tai, 2000. Formulating Detergents and Personal Care

3.3.2. Reserva de alcalinidad

La alcalinidad de un complejante es la capacidad de generar una alta concentración de iones hidróxido (alto pH) en las soluciones de detergentes. La función buffer es la habilidad para mantener el pH en un rango determinado luego de añadir un ácido o una base.

El nivel de pH óptimo para una buena complejación y detergencia está entre 9 y 10.5; el pH en el licor de lavado debe mantenerse en dicho rango en la presencia de ácidos. Existen 2 fuentes principales de acidez en los sistemas de detergente: el primero proviene de la suciedad como los ácidos grasos y la segunda por la liberación de protones durante el proceso de complejación.

3.3.3. Antirredeposición

El mecanismo relacionado con la función de antirredeposición es la adsorción de aniones $P_3O_{10}^{-5}$ en las partículas, que causa el incremento de su carga. Las cargas de las partículas se repelen entre ellos, esto produce dispersiones estables y la suciedad particulada no se podrá depositar en las fibras.

Una situación similar ocurre con partículas de ácidos grasos o aceites. Para lograr una concentración de iones $P_3O_{10}^{-5}$, se requiere un ligero exceso de STTP pero si se sobre dosifica se obtiene el efecto contrario y la redeposición puede incrementar. La proporción empleada por lo general es 1 mol de STTP por un mol de Ca^{+2} y debe ser lo suficiente para que no ocurra la precipitación.

En resumen, cada componente del sistema actual se representa en la siguiente figura:

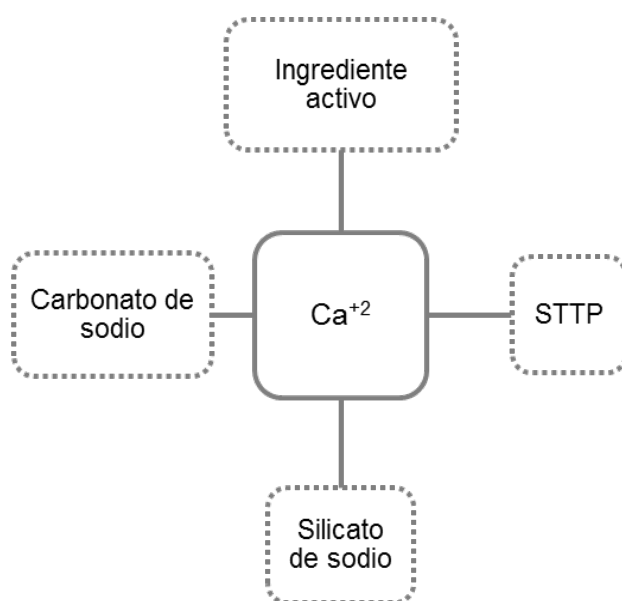


Figura 9: Diseño radial de ingredientes claves en la remoción iones Ca^{+2}

Fuente: Elaboración propia

3.4. Nuevo sistema de secuestrantes

Los sistemas modernos de builders libre de fosfato están compuestos por ingredientes que cumplan una función compleja al combinar varios efectos como:

- Intercambio Iónico (Na por Ca).
- Precipitación “controlada”.
- Secuestración en forma de especies solubles.
- Alcalinidad.

Los polímeros ingresan en la composición del sistema multicomponente de builder porque proveen múltiples beneficios de desempeño como la secuestración de iones cargados positivamente, inhibición de cristales, suspensión y dispersión de sustancias insolubles.

Además, un ejemplo de análisis de ciclo de vida efectuado sobre diversas formulaciones marco muestra las ventajas del nuevo sistema en cuanto a nivel de emisiones CO₂, y demuestra que los nuevos sistemas secuestrantes responden a las nuevas exigencias de eficacia y sostenibilidad (figura 10).

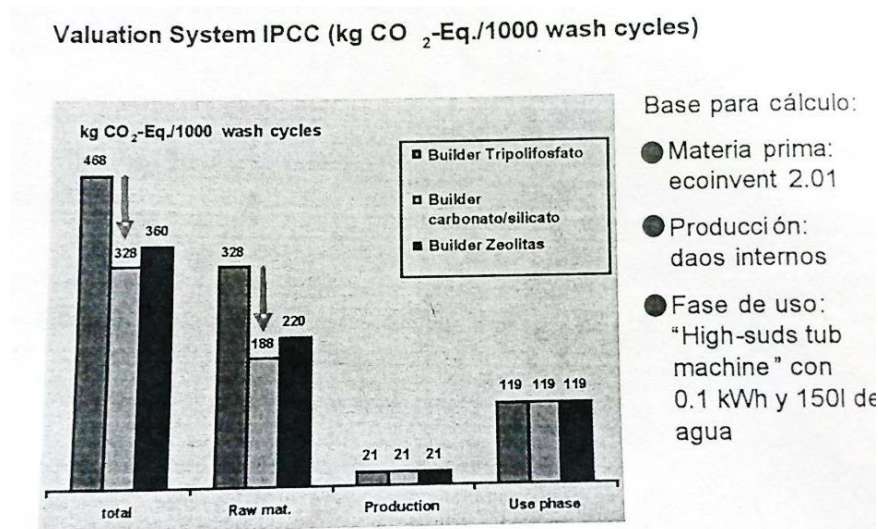


Figura 10: Análisis del Ciclo de Vida (LCA) de un detergente en polvo

Fuente: Pegelow, U. Henkel. 2008. Cleaning Products Conference. Londres.

La propuesta de reducción del impacto ambiental es a través de la inclusión del STTP a una dosis no mayor al 15% de la formulación de detergentes. Los nuevos sistemas builder, con reducción o incluso ausencia completa de zeolita (insoluble por naturaleza), se basan en combinaciones de carbonato y silicato con la ayuda de polímeros especiales, que mantienen el nivel requerido de eficacia primaria y secundaria de las formulaciones evitando al mismo tiempo la aparición de residuos de detergente tras el lavado.

3.4.1. Polímeros en detergentes

Se pueden enumerar características importantes de desempeño que un polímero puede ofrecer para obtener un buen resultado de lavado:

- Secuestración de Calcio y Magnesio
- Dispersión y remoción de suciedad
- Prevención de redeposición de suciedad
- Anti – incrustación en fibra
- Inhibición de transferencia de colorantes

La acción de una simple combinación binaria de carbonato de sodio y poliacrilato de sodio en la formulación de detergentes otorga al sistema un comportamiento superior respecto a la capacidad de quelación que presenta el carbonato de sodio únicamente.

Existe un equilibrio completamente diferente que permite una solubilidad mayor del producto obtenido de la reacción y no se visualiza la precipitación del carbonato de calcio. La incrustación del precipitado en prendas de algodón luego de someter a varios lavados en agua con moderado nivel de dureza se logró reducir notablemente, ver figura 11.

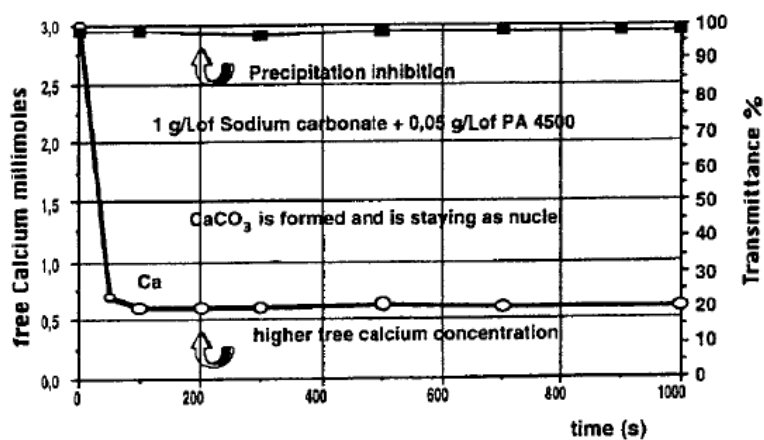


Figura 11: Carbonato de sodio + Poliacrilato de sodio MW 4500

Fuente: Guy Broze, 1999. Handbook of Detergents – Part A: Properties.

El nuevo diseño radial de insumos en la formulación de detergentes contiene bajo nivel de tripolifosfato de sodio (aprox. 15.0%), carbonato de sodio al 7.5% cuya función es generar reserva de alcalinidad y el poliacrilato (copolímero acrílico/maleico) al 4.0% como secuestrante y antirredespositante, ver figura 12.

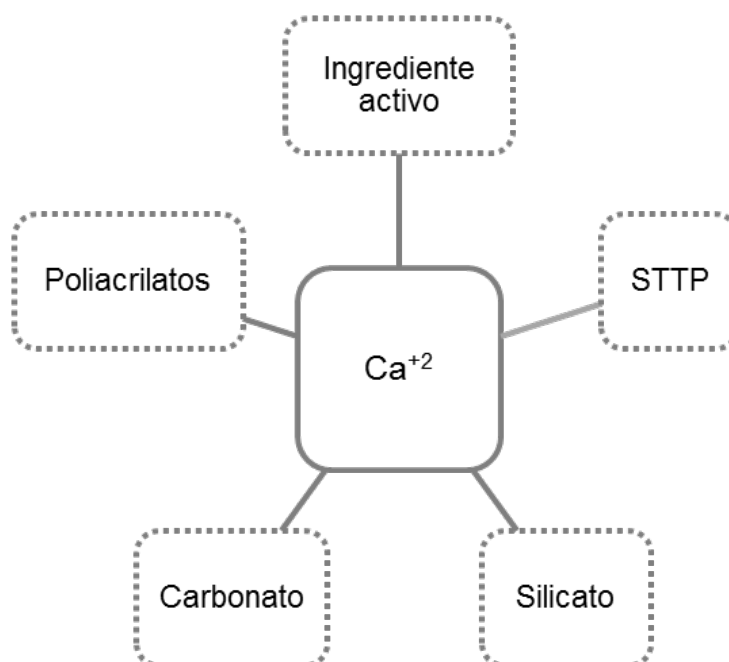


Figura 12: Nuevo sistema secuestrante/dispersante.

Fuente: Elaboración propia

IV. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para la Evaluación de Impacto Ambiental se aplicará la metodología de Leopold Modificada, descrita anteriormente en el marco teórico, mediante la cual se realiza la identificación de las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, para luego definir la significancia de los impactos residuales, es decir aquellos efectos que se producen una vez implementadas las medidas de mitigación.

Para llevar a cabo la identificación y, posterior evaluación de los potenciales impactos ambientales y socioeconómicos se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de los componentes ambientales y socioeconómicos que podrían verse afectados por las diferentes actividades del proyecto.
- Identificación de las actividades y componentes del proyecto (y sus características) que podrían causar algún impacto sobre uno o varios de los componentes ambientales y socioeconómicos.
- Identificación de las potenciales interacciones entre los componentes ambientales y las actividades del Proyecto que pudieran ocasionar impactos.

4.1. Identificación de componentes ambientales y socioeconómicos

Como primer paso, se identificaron los componentes ambientales y socioeconómicos que podrían ser afectados por la ejecución del proyecto. La identificación de los impactos potenciales está vinculada con el estado actual, calidad y otras características de los componentes. Los componentes evaluados a considerarse en el análisis de impactos se presentan en la tabla 22.

Tabla 22: Componentes ambientales y socioeconómicos

Fuente: Elaboración propia.

Componente Ambiental y Socioeconómico		Descripción
Físicos	Aire	Se evalúa el cambio de la calidad de aire debido al incremento de las concentraciones de partículas y gases respecto a los estándares ambientales consultados.
	Recursos Hídricos	Se evalúa el cambio de la calidad del agua, posible generación de fenómenos.
	Suelo	Se evalúa la fertilidad del suelo y la afectación de la calidad del suelo por potencial contacto.
Biológicos	Flora Silvestre	Se evalúa el incremento de poblaciones de plantas debido a las actividades del proyecto, y la alteración de la productividad.
	Ecosistemas Acuáticos	Se evalúa la pérdida o modificación en la estructura comunitaria hidrobiológica (riqueza y composición de especies) y la alteración de bioindicadores (índices) hacia los cuerpos de agua, alteraciones en la calidad de agua y a potenciales alteraciones por presencia de fosfatos.
Socio-económico	Bienestar social	Se evalúan los cambios y nuevas presiones en relación a la mayor demanda de servicios públicos por parte de la población.
	Percepciones	Se evalúan las diversas percepciones, opiniones, preocupaciones y expectativas de la población local y los potenciales cambios que puede tener sobre el sistema de vida local (hábitat).
	Paisaje	Se evalúan los cambios en el paisaje local, producto de las actividades de descarga de agua residual no tratada, tales como el aumento de cobertura vegetal.

4.2. Determinación del área de influencia del Proyecto

Una vez identificadas las interacciones de las actividades del Proyecto y descritos los impactos potenciales, es posible identificar el área sobre la cual estos impactos pueden tener lugar. Las áreas de influencia del Proyecto engloban una extensión de terreno sobre la que se presume que se darán los efectos ocasionados por el Proyecto.

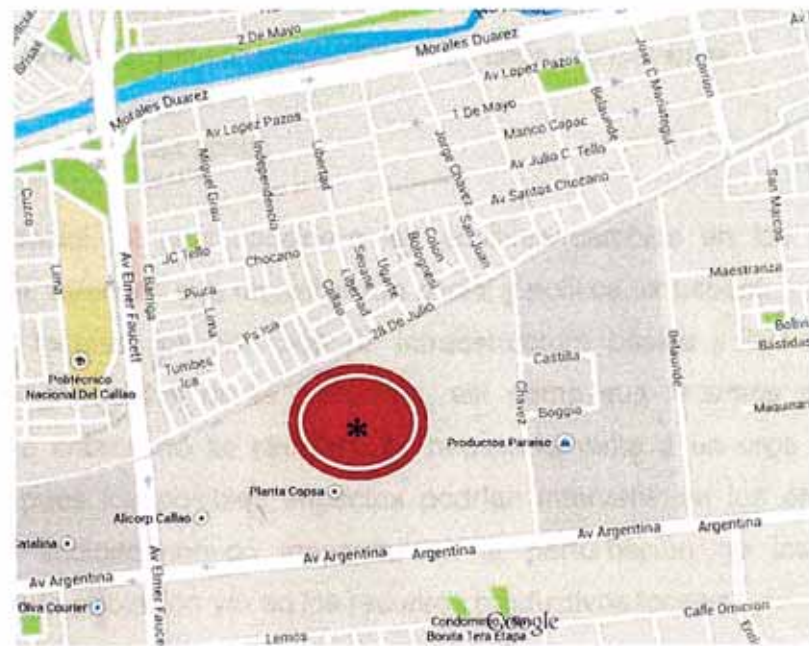


Figura 13: Área geográfica del proyecto – Carmen de la Legua. Callao

Fuente: Google maps

El área de influencia, que servirá de marco para la evaluación de los impactos, considera exclusivamente los impactos que producirán las actividades descritas que se describirán en la Tabla 23. Dado que los criterios para evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos son diferentes, las áreas de influencia se dividen en áreas de influencia ambiental y social.

4.2.1. Area de Influencia ambiental

El criterio ambiental, el cual considera que el área de influencia es aquella en la cual se identifica la posibilidad de cambios generados como producto de la perturbación en los recursos naturales que constituyen el medio de vida de la población (por ejemplo: tierras superficiales, agua, aire).

Se debe tener en cuenta que las áreas de influencia son dinámicas y se irán expandiendo o contrayendo en base al avance y temporalidad de las actividades, y a las variaciones de planificación propias de cada componente.

4.2.2. Area de influencia social

El criterio social, el cual considera los posibles cambios en las formas de organización, referidos a la organización social y política, el aspecto cultural y de costumbres locales, los servicios de infraestructura básica y las actividades económicas principales de la población, así como sus recursos productivos locales. Este criterio no se circunscribe necesariamente a un área geográfica específica, pues los posibles impactos podrían intervenir en los procesos de intercambio socioeconómico mayores, en la perturbación de las prácticas culturales de la población y/o en los recursos productivos locales.

4.3. Identificación de actividades del proyecto

Toda actividad produce algún impacto positivo o negativo a los factores ambientales con los que tiene contacto. Por lo que es necesario identificar el aspecto que causa el impacto, analizarlo y aplicar medidas que disminuyan su efecto sobre el medio. En la tabla 23, se presenta un resumen de las actividades y una breve descripción:

Tabla 23: Resumen de actividades del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Descripción
Transporte de insumo en planta	Incluye transporte, almacenamiento y uso de aditivos.
Producción detergentes: Formulación	Porcentaje de cada insumo en la formulación para la preparación del slurry.
Producción detergentes: Secado	Bombeo de slurry hacia la torre de secado y atomizado a contracorriente con un flujo de aire caliente para obtener los gránulos.
Envasado	Rotulado del empaque que contiene el producto terminado.
Medición de parámetros de calidad	Aplicación de métodos analíticos para validar concentraciones correctas y cumplimiento de especificaciones técnicas (%humedad, densidad) del producto terminado.
Uso y lavado en hogares	Dosis de detergente en cada lavado (mano o lavadora). Consumo de energía de lavadoras en los hogares.
Disposición de efluentes domésticos	Manejo de efluentes domésticos en las plantas de tratamiento de agua residual.

4.4. Matriz de Interacciones

A continuación se presenta la evaluación de impacto ambiental para la formulación de detergentes fosfatados en la matriz de interacción, ver tabla 24:

Tabla 24: Matriz de Leopold para la formulación de detergentes fosfatados

Fuente: Elaboración propia

Parámetros ambientales / Actividades			Fabricación y transporte de insumos	Producción detergente: Formulación	Producción detergente: Secado	Envasado	Medición parámetros calidad	Uso y Lavado en hogares	Disposición final de efluentes
Físico	Aire	Formación de material particulado	x			x			
		Cambio climático (capa de ozono)	x		x	x		x	
	Recurso hídrico	Eutrofización							x
		Calidad del agua		x					x
		Agotamiento hídrico						x	
	Suelo	Agotamiento de recursos minerales	x						
		Fertilidad							x
Biológico	Flora silvestre	Incremento de microflora acuática						x	x
	Ecosistema acuático	Alteración de bioindicadores					x		x
Socio económico	Percepciones	Expectativa de población				x		x	
	Paisaje	Vista panorámica				x			x
	Bienestar social	Salud y seguridad	x	x			x	x	

4.5. Resultados de evaluación de los impactos ambientales

La evaluación de los impactos identificados se realizará en base a los criterios previamente establecidos, se presenta en la tabla 25. Esta tabla representa la matriz de causa-efecto obtenida del análisis, donde se muestran también la significancia para cada uno de los impactos evaluados.

4.5.1. Evaluación post implementación del proyecto

Se han evaluado un total de 21 impactos durante la presente evaluación. El porcentaje mayoritario de los impactos identificados son positivos de significancia media (7 impactos), los cuales reflejan la aplicación de medidas de reducción de fosfatos en la formulación de detergentes. Asimismo, se identificaron impactos negativos para componentes ambientales, los cuales fueron evaluados como de significancia baja (7) y media (1), y requerirán de mayor control de modo que asegure que no se darán en una magnitud superior.

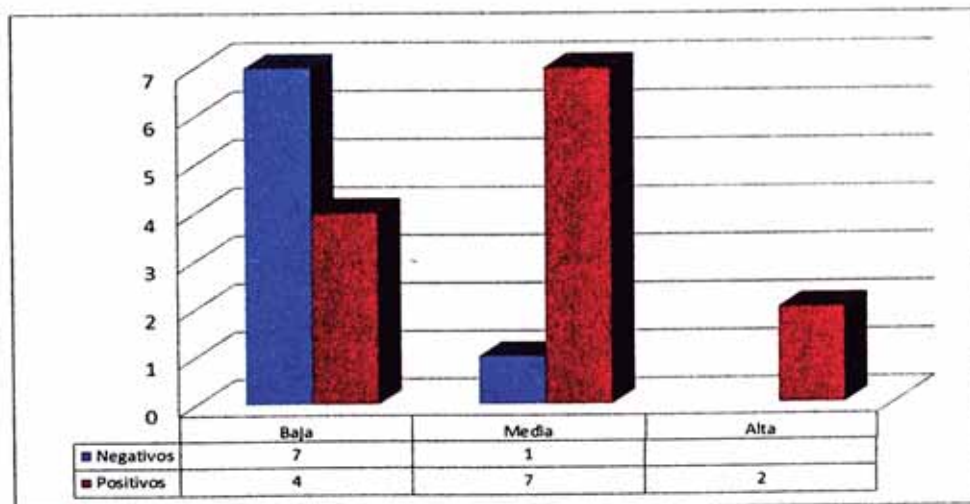


Figura 13: Resumen de impactos ambientales y socioeconómicos

Fuente: Elaboración propia

Estas conclusiones de la matriz, permiten estructurar las ideas principales que deberá tener el nuevo sistema secuestrante. La mitigación de estos impactos, permitirá que los impactos ambientales que no eran significativos, también se mitiguen.

Tabla 25: Matriz de Resultados de la Evaluación Ambiental y Socioeconómico de Impactos
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Componente Ambiental Potencialmente Impactado	Descripción del Impacto Potencial	Tipo	Magnitud	Rev. / Pot.	Extensión	Significancia	Significancia
Fabricación y transporte de insumo	Aire	Cambios en la calidad del aire debido a la generación y dispersión de material particulado, en zonas cercanas a la planta de producción.	-1	2	3	1	-6	Baja
	Bienestar social	Cambios en la calidad del aire debido a la generación y dispersión de material particulado en la planta de producción.	-1	1	2	2	-4	Baja
Producción de detergente: Formulación	Recurso hídrico	Alto porcentaje (>20%) de tripolifosfato de sodio en la formulación debido al nivel alto de dureza del agua.	-1	2	2	3	-12	Media
	Bienestar social	Formulación incorrecta genera efectos adversos en la salud del consumidor, como irritación de manos y leve toxicidad.	-1	2	1	3	-6	Baja
Producción de detergente: Secado	Aire	Consumo de combustibles fósiles (gas natural) genera deterioro de la capa de ozono.	-1	1	3	1	-3	Baja

Actividad	Componente Ambiental Potencialmente Impactado	Descripción del Impacto Potencial	Tipo	Magnitud	Rev. / Pot.	Extensión	Significancia	Significancia
Envasado	Aire	Cambios en la calidad del aire debido a la generación y dispersión de material particulado en la planta de producción.	-1	1	2	1	-2	Baja
	Aire	Alto consumo de energía eléctrica de las máquinas envasadoras contribuye al cambio climático.	-1	1	3	1	-3	Baja
	Percepción	Sobredosificación de detergente por no contener el rotulado correcto en el empaque.	-1	1	2	3	-6	Baja
Medición de parámetros de calidad	Ecosistema acuático	Control de las comunidades hidrobiológicas por cambios en la calidad del agua, asociado al aumento de la concentración de fosfatos.	1	2	3	3	18	Alta
	Bienestar social	Velar por la salud y seguridad de la población.	1	2	2	3	12	Media

Actividad	Componente Ambiental Impactado	Descripción del Impacto Potencial	Tipo	Magnitud	Rev. / Pot.	Extensión	Significancia	Significancia
Uso y lavado en hogares	Aire	Moderado consumo de energía eléctrica en el uso de lavadoras contribuye al cambio climático.	-1	1	2	3	-6	Baja
	Recurso hídrico	Alto nivel de dureza de agua genera mayor dosis de tripolifosfato de sodio en la formulación.	-1	2	3	2	-12	Media
	Recurso hídrico	Alto consumo de agua potable que se utiliza en las máquinas lavadoras no eficientes.	-1	2	2	2	-8	Media
	Percepción	Rotulado incorrecto en el empaque genera inseguridad en la población para usar el producto.	-1	1	1	3	-3	Baja
	Bienestar social	Deficiente sistema de agua potable y desagüe genera problemas de salud e higiene en la población.	-1	2	1	3	-6	Baja

Actividad	Componente Ambiental Impactado	Descripción del Impacto Potencial	Tipo	Magnitud	Rev. / Pot.	Extensión	Significancia	Significancia
Disposición de efluentes domésticos	Recurso hídrico	Alto contenido de fosfatos genera el fenómeno de eutrofización en los ríos, lagos, etc.	-1	2	3	3	-18	Alta
	Recurso hídrico	El agua residual doméstico no tratado afecta la calidad del agua que descarga en los ríos.	-1	2	3	3	-18	Alta
	Suelo	Altera el nivel de fertilidad del suelo y cambia la calidad del mismo.	-1	1	2	2	-4	Baja
	Flora silvestre	Incremento de microflora acuática en los ríos, lagos, etc.	-1	3	2	3	-18	Alta
	Ecosistema acuático	Alteración de la riqueza y abundancia de comunidades hidrobiológicas por cambios en la calidad del agua asociado al aumento de la concentración de fosfatos.	-1	2	2	3	-12	Media
	Paisaje	Alteración del paisaje local por la presencia de exceso de vegetación en los ríos, lagunas, etc.	-1	2	2	2	-8	Media

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La política de control de fósforo ha reducido en gran medida la eutrofización en el continente Europeo y Norteamérica, pero todavía hay un problema ecológico en Perú. Para ello se requiere implementar una política dirigida específicamente a los fosfatos (LMP, ECA: mg/l) presentes en los detergentes que reduzca el impacto ambiental en el agua residual urbana a cargo de las entidades responsables (ANA, MINAM, OEFA, etc.).
2. La aplicación de la matriz de Leopold para la evaluación de impacto ambiental es una iniciativa medioambiental dirigida al sector privado de la industria de detergentes, permitiendo reconocer los factores ambientales como el agotamiento hídrico y la eutrofización que son parte de la problemática que afecta a la población. Asimismo se identifican actividades que generan un impacto ambiental como el uso del detergente en los hogares con alto contenido de fosfatos en la formulación.
3. El reporte de monitoreo de INEI realizado en el año 2013 por Sedapal en el río Rímac (Lima) figura en promedio un nivel de fosfatos igual a 0.25 PO₄-3 mg/l y determina que no existen límites para este parámetro en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Sin embargo el MINAM establece un nivel de fosfatos totales menor a 0.4 mg /l y comparando con los límites establecidos en EEUU (máximo 0.1 mg/l) se tendría un escenario incipiente de eutrofización.
4. El nuevo sistema secuestrante propuesto para la formulación de detergentes asegurará la calidad de los efluentes por reducción del nivel del insumo tripolifosfato de sodio e incorporación de polímeros que no contribuyan con la eutrofización en los cuerpos de agua.

5.2. Recomendaciones

1. Para controlar la eutrofización, la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) ha establecido un límite recomendado de 0,05 mg/l de fosfatos totales en lagos y 0,1 mg/l de fosfato total presente en las aguas residuales.
2. Las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) no permite obtener una gestión eficiente de los recursos hídricos en Perú debido a la situación actual por falta de cobertura en todo el país y falta de financiamiento para ampliar el volumen tratado del agua residual, contribuyen a proteger la calidad de los cuerpos de agua.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Jonathan Köhler. 2006 .Detergent Phosphates: an EU Policy Assessment. Journal of Business Chemistry.
2. David W. Litke, 1999. Review of Phosphorus Control Measures in the United States and Their Effects on Water Quality. Denver, Colorado.
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2013. Anuario de Estadísticas Ambientales.
4. Pillay M., 1995. Detergent phosphorus in south Africa: impact on eutrophication with specific reference to the Umgeni Catchment Pollution.
5. Louis Ho Tan Tai, 2000. Formulating Detergents and Personal Care. AOCSS. Francia.
6. B.M. de Madariaga. 2007. Development of an European Quantitative Eutrophication Risk Assessment of Polyphosphates in Detergents. Spanish National Institute for Agriculture and Food Research and Technology (INIA).
7. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. Abril 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales.
8. Guy Broze. 1999. Handbook of Detergents – Part A: Properties. Cap. 13: Properties of Builders – Nonphosphate Builders. New York.
9. Zoller Uri. 2004. Handbook of Detergents – Part B: Environmental Impact. New York.

10. Spitz Luis. 1996. Soaps and Detergents - A Theoretical and Practical Review. Estados Unidos.
11. Machín A., Henkel Ibérica S.A. Nov. 2008. "Detergentes para ropa: Eficacia basada en la sostenibilidad". Revista: Ingeniería Química N° 464.
12. B.M. de Madariaga, INIA, Nov. 2008. "El riesgo de eutrofización de los polifosfatos utilizados en detergentes". Revista: Ingeniería Química N° 464.
13. EDTA Titrimetric Method 309 B, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA. AWWA. WPCF, 14th Edition, 1975, p. 200-206.

VII. APÉNDICE

Apéndice A: NAWQA (National Water Quality Assessment) – EE.UU.

El Programa NAWQA es una evaluación sistemática de la calidad de los arroyos y aguas subterráneas de la Nación (Leahy y otros, 1990). El USGS implementó el Programa NAWQA en 1991 para describir el estado y las tendencias de la calidad de una parte grande y representativa de los recursos hídricos de la nación y para identificar los factores naturales y humanos que afectan a la calidad del agua. Los datos NAWQA pueden utilizarse para evaluar el estado de las cuestiones nacionales de calidad del agua, así como para investigar los problemas de calidad del agua específicos del sitio.

El Programa de Evaluación de la Calidad de Agua de los Estados Unidos (NAWQA) puede ser utilizado para evaluar el efecto de los controles de fósforo en la calidad del agua:

- De la oportunidad y el alcance geográfico de la legislación de fosfato en los detergentes y su uso en los Estados Unidos.
- De los datos del límite de fósforo de fuentes puntuales de la base de datos de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA) y el Sistema de Conformidad de Permisos (PCS).

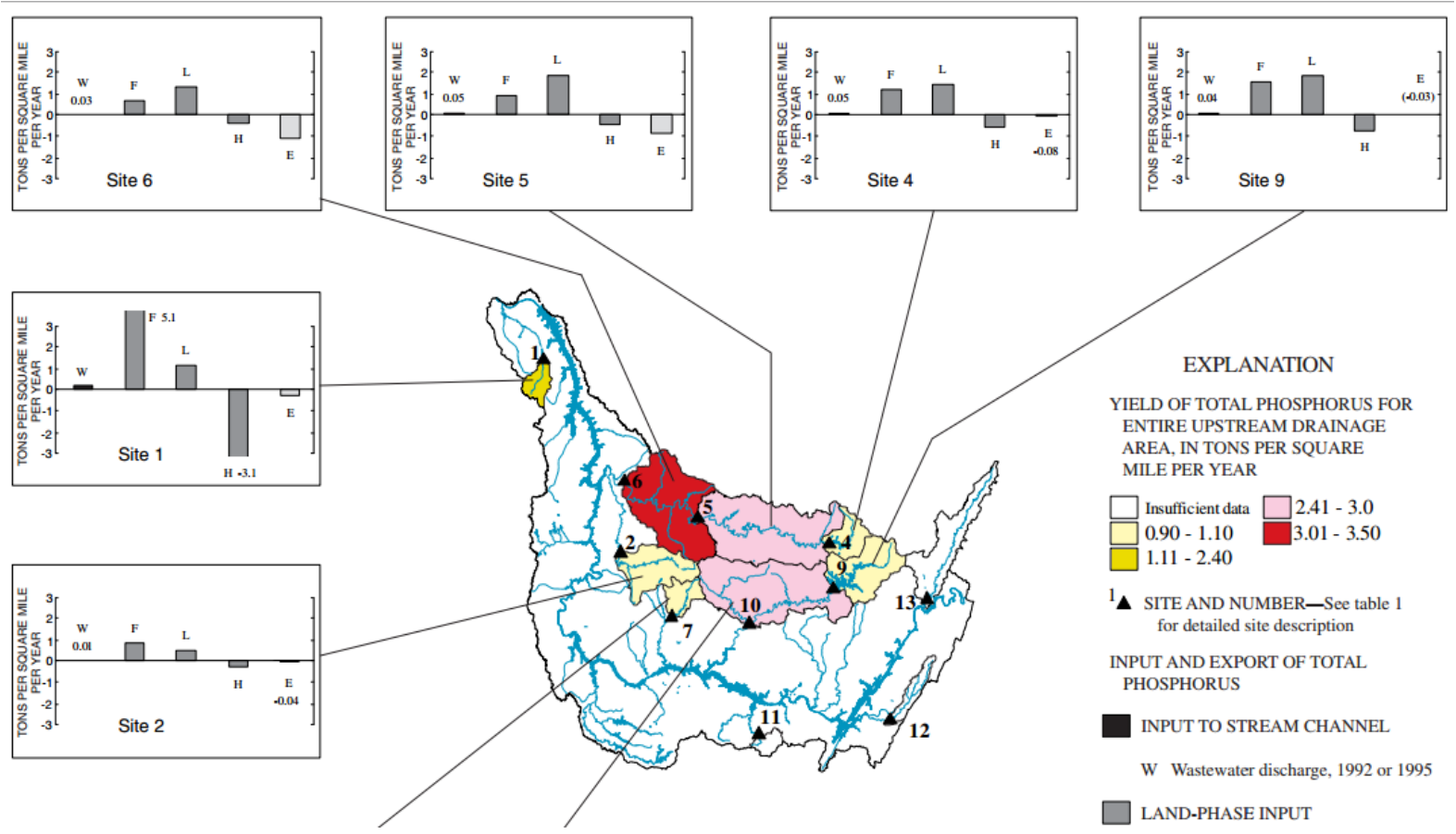


Figura 14: Reporte de fosfatos totales en lugares específicos en el Rio Basin – EEUU vía software NAQWA.

Fuente: USGS - Sources, Instream Transport, and Trends of Nitrogen, Phosphorus, and Sediment in the Lower Tennessee River Basin, 1980-96.

Apéndice B: Normas Técnicas Peruanas

Mediante la RR. N°45-2012/CNB-INDECOPI aprueban Normas Técnicas Peruanas en su versión 2012:

- NTP 319.170:1979 (revisada el 2012) JABONES Y DETERGENTES. Determinación de fosfatos.
- NTP 319.169:1979 (revisada el 2012) JABONES Y DETERGENTES. Determinación del pH de las soluciones acuosas de jabones y detergentes.
- NTP 319.173:1979 (revisada el 2012) JABONES Y DETERGENTES. Determinación de silicatos alcalinos.
- NTP 319.129:1979 (revisada el 2012) JABONES Y DETERGENTES. Detergentes sintéticos para uso doméstico. Requisitos.

