

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



UAP

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

TESIS

**ESTUDIO DE LOS EFECTOS NOCIVOS EN LA SALUD POR LOS
MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
EN LA ZONA DE CAYMA, AREQUIPA, 2015 – 2016**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER
MILDER ALEXANDRA MEDINA PACHECO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AREQUIPA – PERÚ

2017

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios y a mis padres, que siempre me apoyaron en forma incondicional, en formarme como profesional y a mis hermanos que estuvieron ahí para apoyarme.

A Dios, por permitirme obtener un logro más en mi vida; dándome la fortaleza que necesito para cumplir con mis metas.

A mis maestros de mi Alma Mater, de quienes asimilé sus conocimientos y experiencias académicas.

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el estudio de los efectos nocivos de los materiales de construcción que se utilizan en dicho sector productivo, donde se analiza el contexto vigente de la figura peruana e internacional en materia de gestión ambiental de esta industria. La idea nace a partir del impulso de la actividad constructiva en el país en los últimos ocho años, el cual ha registrado una expansión de más de dos cifras, siendo su máxima expresión de 17.4 en el año 2014. Este crecimiento ha propiciado el progreso económico, mediante las inversiones nacionales y extranjeras. Sin embargo, junto al incremento de la demanda por construir viviendas multifamiliares, centros comerciales y edificio de oficinas, también se han acrecentado los problemas socio-ambientales, así como el desarrollo urbanístico de la ciudad de Arequipa, en especial del distrito de Cayma de manera desordenada, lo que a su vez está generando conflictos urbanos aún sin resolver, por carecer de mecanismos para la implementación de la fiscalización y control por parte de los entes reguladores a fin de fomentar el cumplimiento de las normas recientemente promulgadas.

Esta tesis podría servir de base para contribuir a un modelo de gestión ambiental en el rubro, de tal manera que no solo permita establecer los procedimientos para identificar de forma anticipada los impactos ambientales desde las fases de estudio, planificación y preparación de un proyecto arquitectónico; sino también regular las bases y procedimientos para realizar el seguimiento durante el proceso constructivo. De esta manera, partiendo por la elaboración de un organigrama funcional de los actores y el reconocimiento de sus responsabilidades así como con la identificación de los principales problemas que afectan el entorno de las obras, se podrán establecer medidas de gestión basadas en la incorporación de programas y guías que incluyan las estrategias de prevención y medidas de control y mitigación de los impactos ambientales generados alrededor de las construcciones.

Palabras claves:

Efectos nocivos, material particulado, ambientalismo

ABSTRACT

This work is based on the study of the harmful effects of building materials used in this productive sector. Where the current context of Peruvian and international figure in environmental management of this industry is analyzed. The idea was born from the impulse of the construction activity in the country in the last eight years, which registered an expansion of more than two figures, being its maximum expression of 17.4 in 2014. This growth has led to economic progress by domestic and foreign investments. However, with the increase in demand for construction of multifamily housing, shopping centers and office building, also they have increased the socio-environmental problems and urban development of the city of Arequipa, especially district Cayma of disorderly manner, which in turn is generating urban conflicts unresolved for lack of mechanisms for the implementation of control and monitoring by regulators to d encourage compliance with recently enacted regulations.

This thesis could serve as a basis for contributing to a model of environmental management in the field, so that, not only to establish the procedures to identify in advance the environmental impacts from the stages of study, planning and project preparation architectural but also regulate the bases and procedures for monitoring during the construction process. Thus, starting with the development of a functional organization of actors and recognition of their responsibilities and with the identification of the main problems affecting the environment works, they may establish management measures based on the incorporation of programs and guides that include prevention strategies and control measures and mitigation of the environmental impacts around buildings.

Keywords:

Adverse effects, particulate matter, environmentalism

INTRODUCCIÓN

El enfoque ambiental de forma preventiva es la perspectiva de la tesis para conseguir mejoras en el sector construcción, donde la gestión ambiental recientemente establecida por el gobierno deberá implementar adecuadamente y mejorar a razón del estudio del funcionamiento del sistema actual; así como del impacto generado por las empresas constructoras en el entorno inmediato, con el fin de contribuir a la disminución de conflictos ambientales urbanos.

La importancia del impulso de un modelo de gestión en el rubro de la construcción, radica en la conducción interactiva de los elementos y dificultades ambientales de un área determinada, por parte de los diferentes actores sociales mediante el uso selectivo de herramientas de planeamiento urbano en lo económico, social y ambiental, para lograr el adecuado funcionamiento de los ecosistemas urbanos así como el mejoramiento de la calidad de vida de la población y su desarrollo sostenible.

Por otro lado, nuestra inquietud es establecer el grado de efecto de la salud de quienes se encierran en forma directa o indirectamente en el trabajo de la construcción; debido a que muchos de los materiales, especialmente el cemento, trae una serie de efectos nocivos.

Nuestro trabajo se encuentra dividido en capítulos.

En el primer capítulo, desarrollamos el diseño de la investigación con el planteamiento, formulación del problema, objetivos, variables y antecedentes de la investigación.

El segundo capítulo se focaliza en el marco teórico como el marco conceptual

El tercer capítulo anuncia el planteamiento operacional en el cual identificamos las variables, el diseño de la investigación, la población y muestra.

El cuarto capítulo alude al diseño e ingeniería del proyecto acompañado de los instrumentos y la ubicación donde se focaliza la investigación.

En el quinto capítulo, presentamos el análisis e interpretación de los resultados; finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
ÍNDICE	VI
CAPÍTULO I	1
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	4
1.2. Definición del problema	4
1.3. Formulación del problema	4
1.3.1 Problema principal	4
1.3.2. Problema específico	4
1.4. Delimitación de la investigación	5
1.4.1. Delimitación espacial	5
1.4.2. Delimitación temporal	5
1.4.3. Delimitación cuantitativa	6
1.4.4. Delimitación social	6
1.5. Justificación e importancia de la investigación	6
1.5.1. Justificación de la investigación	6
1.5.2. Importancia de la investigación	7
1.6. Objetivos de la investigación	7
1.6.1. Objetivo general	7
1.6.2. Objetivos específicos	8
1.7. Limitaciones de la investigación	8
1.8. Hipótesis de la investigación	8
1.9. Variables e indicadores	9
1.9.1. Variable independiente	9
1.9.2. Variable dependiente	9
1.10. Tipo y nivel de la investigación	10
1.10.1. Tipo de la investigación	10
1.10.2. Nivel de la investigación	10

1.11. Antecedentes de la investigación.....	10
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Sostenibilidad.....	14
2.1.1. Construcción sostenible.....	14
2.1.2. Aspectos a considerar en la construcción sostenible.....	15
2.1.3. Protección del medio ambiente.....	16
2.1.4. Los edificios y la sostenibilidad.....	16
2.1.5. El impacto ambiental de los edificios.....	17
2.1.6. Los efectos de los materiales sobre el medio ambiente.....	18
2.1.7. Estrategia de minimización de impacto ambiental de los materiales de construcción	18
2.1.7.1. Suelos.....	21
2.1.7.2. Vegetación.....	21
2.1.7.3. Agua.....	22
2.1.7.4. Paisaje.....	22
2.1.7.5. Atmósfera.....	22
2.1.8. Minimización de los consumos energéticos en la utilización de las construcciones.....	23
2.1.8.1 Impacto en la planificación de la localización.....	23
2.1.8.2. La calidad en la edificación.....	24
2.1.8.3. La calidad del ambiente interior.....	24
2.1.9. Material de construcción.....	25
2.1.10. La exposición a químicos tóxicos afecta a la salud de las personas	27
2.1.11. Sector de la construcción y el medio ambiente.....	27
2.1.12. Composición química de los materiales de construcción.....	30
2.1.12.1. El cemento.....	30
2.1.12.2. Las calizas.....	31
2.1.12.3. La pizarra.....	31
2.1.12.4. La arcilla.....	32
2.1.12.5. El yeso.....	32
2.1.12.6. El agregado.....	33
2.1.12.7. Densidad.....	33
2.1.12.8. Agregados reciclados.....	33
2.1.12.9. Agregados pesados.....	33

2.1.12.10. Porosidad.....	33
2.1.12.11. Compacidad.....	34
2.1.12.12. Reacciones expansivas.....	34
2.1.12.13. Reacciones expansivas.....	34
2.1.12.14. Resistencia.....	34
2.1.13. Importancia del ISO 14.000//1-2 Medio ambiente.....	34
2.1.14. Normatividad en la Construcción.....	35
2.1.14.1. La Ley General del Ambiente.....	35
2.1.14.2. El Código Penal.....	36
2.1.14.3. La Ley N° 26631.....	36
2.1.14.4. La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.....	36
2.1.14.5. La Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.....	36
2.1.14.6. La Ley N° 27446.....	37
2.1.14.7. La Ley Orgánica de Municipalidades.....	38
2.1.14.8. La Ley General de Residuos Sólidos.....	38
2.1.14.9. La Ley General de Salud.....	39
2.1.14.10. La Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación.....	39
2.1.14.11. El Decreto Legislativo N° 1078.....	39
2.1.14.12. La Ley General de Aguas.....	39
2.2. Salubridad.....	40
2.2.1. Riesgos de la construcción	41
2.2.1.1. Riesgos químicos.....	41
2.2.1.2. Riesgos físicos.....	42
2.2.1.3. Riesgos biológicos.....	43
2.2.1.4. Riesgos sociales.....	44
2.2.2. Evaluación de la exposición	44
2.2.3. Control de los riesgos laborales	44
2.2.4. Equipo de protección individual (EPI)	45
2.2.5. Toxicología.....	49
2.2.6. Enfermedades ocupacionales relacionadas con el sector de la construcción.....	51
2.2.7. La eficiencia y deficiencia en la construcción de edificaciones	54
2.2.7.1. Eficiencia.....	54
2.2.7.2. Deficiencias de diseño.....	56

2.2.7.3. Deficiencias de materiales.....	56
2.2.7.4. Deficiencias de construcción.....	56
2.2.7.5. Deficiencias de los cimientos.....	56
2.2.8. Eficacia en los materiales de construcción	57
2.3. Marco conceptual	57
CAPÍTULO III.....	61
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	61
3.1. Tipo de estudio	61
3.2. Definición operacional	61
3.2.1. Definición de la variable independiente	61
3.2.2. Definición de la variable dependiente	62
3.3. Población y muestra de la investigación	62
3.3.1. Población de la investigación	62
3.3.2. Muestra de la investigación.....	63
3.4. Método y diseño de la investigación.....	64
3.4.1. Método de la investigación.....	64
3.4.2. Diseño de la investigación.....	65
3.4.3. Técnica e instrumento de verificación.....	66
3.4.4. Verificación de campo	66
CAPÍTULO IV	67
DISEÑO E INGENIERÍA DEL PROYECTO	67
4.1. Generalidades.	67
4.2. Diseño del sistema de experimentación	68
4.2.1. Instrumentos y técnicas.....	69
4.2.2. Ubicación del lugar para el área de experimentación.....	70
CAPÍTULO V	71
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	71
5.1. Generalidades	71
5.2. Presentación de resultados.....	72
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA.....	98
Anexos	

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde que el mundo actual hizo su ingreso de manera agresiva en un proceso de post modernismo en todas las actividades productivas y de servicio, ha dado como resultado un brusco cambio en la calidad de vida del hombre, en una forma paralela, positivamente, donde el hombre vive inmerso dentro de la tecnología de la informática y la comunicación, el adelanto de los medios de transporte, la aparición de nuevos inventos, reinventos y descubrimientos; pero al mismo tiempo, el medio natural ha sido alterado en forma brusca, donde las urbes han venido creciendo en forma abismal, es decir, que el nivel de la construcción de todo tipo de viviendas ha desterrado en forma gradual y sistemática las áreas rurales.

Actualmente, los problemas ambientales se han hecho notorios a nivel mundial, tales como el calentamiento global, el uso exagerado y no reutilizable de recursos energéticos y la contaminación de la misma naturaleza, entre otros. Gran parte de estos problemas son de origen antrópico, razón por la cual, el ser humano deberá reformular sus políticas y mejorar sus medios de

producción a fin de generar actividades cada vez con una mejor armonía con el sistema ambiental.

Este fenómeno socioeconómico donde un sector de los agentes económicos identificados, edificadores de grandes construcciones ligados a las inmobiliarias, vienen creando una serie de zonas residenciales y complejos habitacionales.

Indudablemente el sector construcción registró un importante dinamismo en el período 2001-2011, con una tasa de crecimiento promedio anual de 8,3 por ciento, superior a la correspondiente al PBI (5,8 por ciento). No obstante, existen factores de riesgo que pueden afectar el mantenimiento del elevado dinamismo del sector en el mediano plazo.

Diversos estudios de competitividad internacional señalan que el costo y la duración de diversos trámites burocráticos limitan el clima de negocios en el Perú. En particular, el Reporte Doing Business 2012 (Banco Mundial, 2011) indica que la obtención de permisos para la construcción es un obstáculo mayor para la generación de negocios en el Perú: nuestro país se ubica en el puesto 101 de un total de 183 países en términos de flexibilidad regulatoria en este tópico. Entre otros aspectos, para un caso referencial seleccionado, destaca negativamente el elevado número de trámites (16, puesto 103) y el tiempo invertido (188 días, puesto 108) para obtener permisos para la construcción.¹ Obviamente, las municipalidades de la República extienden la cantidad de licencias de construcción; pero al mismo tiempo se viene percibiendo el desarrollo sostenible, la industrialización en la construcción, la explotación de recursos naturales, entre otros aspectos, bajo una mirada integral y sistémica, queriéndose trascender más allá al enfoque ambientalista.

¹ Caso: edificación de un almacén tipo de 1 300 metros cuadrados de área construida, entre otras características

Una de nuestras preocupaciones que aparentemente se percibe en las distintas ciudades del Perú, en especial, en la capital de la Provincia de Arequipa, es la modernidad de una serie de complejos habitacionales, casas, etc.; pero carecen de un estudio ambientalista. A medida que avanzan estas construcciones, en forma indirecta van destruyendo el desarrollo sostenible de los distintos recursos.

Esto se ve representado en la manera cómo el ser humano transforma los materiales que adquiere de la oferta eco sistémica para hacer con ellos sistemas constructivos que sirven finalmente para su habitabilidad. Al hacer uso de algunos de estos materiales, se ha incurrido en la preocupante tendencia mundial de la insostenibilidad ambiental; debido a su uso incorrecto, o exagerado, a la contaminación que en sus procesos productivos se genera, y al consumo de energía y material que en algunos casos no es renovable.

Por estas razones, se debe conocer cuáles son los materiales que al ser transformados para construir una vivienda, son más amables con el sistema ambiental; se deben proponer nuevas alternativas constructivas que armonicen con la complejidad sistémica de las dinámicas ambientales y que entren a hacer parte de un desarrollo diferente al capitalista: el desarrollo sostenible.

De allí que el tema central de esta tesis sea el tener un acercamiento al consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de la vivienda. Cuando se habla de consumo sostenible de materiales usados en una vivienda se hace referencia a no solo una variable como la ambiental; sino todas aquellas que confluyen en la sostenibilidad de la misma vivienda, como lo es la técnica, la económica y la cultural.

Por poner un ejemplo, si un material tiene ventajas ambientales sobre otro y consume poca energía durante su constitución, es usado en una construcción que no tiene parámetros técnicos adecuados; entonces, un sismo puede culminar con este material y hacerlo más insostenible en el tiempo que

otro que consuma mayores volúmenes de energía, sin embargo forma parte de una construcción sismo-resistente. A su vez, una tipología de vivienda puede tener materiales que cumplan con estos dos parámetros, así componerse de materiales favorables en términos de consumo energético, estar técnicamente aprobados por un código técnico; tiene un costo económico muy alto que llega a ser de difícil acceso a la sociedad. También puede ocurrir que una vivienda cumpla con todo lo anterior, mas no es aprobada por la aceptación de la cultura habitante.

1.2. Definición del problema

En la variedad de las empresas en el sector de construcción como también de las personas naturales que llevan a cabo una serie de edificaciones de todo tipo, tienen un desconocimiento acerca de la importancia de los estudios de impacto ambiental e indirectamente, con la utilización de los diversos materiales de construcción, dañan la salubridad en el entorno social.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cuáles serían los efectos nocivos para la salud de quienes usan en forma constante los materiales de construcción en las viviendas en la zona de Cayma, Arequipa?

1.3.2. Problema específico

¿En qué condiciones de trabajo de campo vienen desarrollando los trabajadores del sector de construcción en la edificación de las viviendas en el distrito de Cayma?

¿Cuáles son los materiales de construcción más nocivos para la salud en los trabajadores del sector de la construcción?

¿Cuál sería la política apropiada en un estudio ambientalista en el momento de la construcción de viviendas en la ciudad de Arequipa?

¿En qué medida deberá intervenir los estudios ambientalistas en el desarrollo sostenible en el buen uso de los materiales de construcción que son utilizados en las diferentes viviendas en el distrito de Cayma?

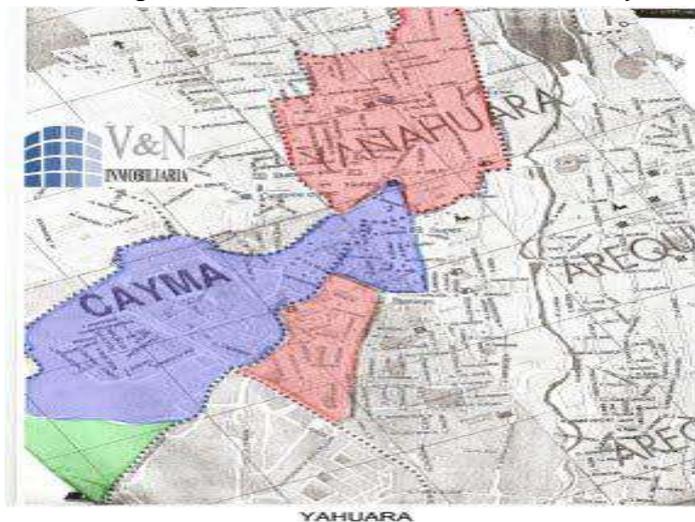
¿Las diferentes construcciones llevadas a cabo en la ciudad de Arequipa, tienen eficaz y eficientemente estudios ambientalistas y en qué se diferencia de una de la otra en su estudio?

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

El estudio se enmarcó en la ciudad de Arequipa, distrito de Cayma

Figura 1 Ubicación del distrito de Cayma



Fuente: Google map

1.4.2. Delimitación temporal

Se llevó a cabo entre el 2015 y 2016.

1.4.3. Delimitación cuantitativa

Se efectuó el estudio en las construcciones de los diferentes puntos del distrito de Cayma.

1.4.4. Delimitación social

La investigación estuvo abocada a un estudio de las personas que están directamente vinculadas con la construcción de viviendas que en forma diaria llevan a cabo sus operaciones, muchas veces sin ningún tipo de protección adecuado.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

1.5.1. Justificación de la investigación

Es importante llevar a cabo esta investigación porque nos va a permitir conocer los efectos nocivos de aquellos materiales que constituyen en el sector de construcción que en forma indirecta contribuyen en la destrucción del medio natural y al mismo tiempo de la salud de las personas que se encuentran involucradas de manera directa e indirecta; en otras palabras, quienes llevan a cabo una serie de operaciones en el proceso de la construcción, no suelen medir las precauciones de su propia seguridad personal, lo que les falta una conciencia ambientalista.

Indudablemente, llevado a cabo esta investigación conoceremos los efectos nocivos de los diferentes materiales de construcción, especialmente el polvo que de manera subterránea liquida la oxigenación de los pulmones tanto a nivel de salud de los propios involucrados en el proceso de la construcción como de aquellos de manera indirecta.

A esto agregamos que en el proceso de la construcción, la mayoría de las empresas operarias utilizan una serie de equipos y maquinarias, siendo una de ellas las vibradoras, con la finalidad de abrir

forados lo cual provoca una contaminación acústica que da como resultado serias consecuencias en la salud.

1.5.2. Importancia de la investigación

A través de esta investigación se espera dar un aporte a las ciencias de la ingeniería, donde se incentivará a los agentes sociales que se encuentran involucrados en el sector de construcción en tener conciencia ambientalista. Asimismo, es necesaria e importante ya que aportará al conocimiento y a la importancia de construir la vivienda bajo una perspectiva sistémica mediante la cual los efectos sobre el sistema ambiental sean mínimos.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar los efectos nocivos para la salud de quienes usan en forma constante los materiales de construcción en las viviendas en la zona de Cayma, Arequipa con la finalidad de aplicar una política de riesgos de prevención y cuidar la salubridad de los trabajadores del sector de construcción.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de los trabajadores que están siendo afectados en la labor que realizan en la construcción de las viviendas en el distrito de Cayma
- Diagnosticar si las condiciones de trabajo son las adecuadas para que no se vea reflejada en la salud de los trabajadores y si ellos cumplen con las normas de seguridad que les da la empresa.
- Identificar los materiales de construcción más nocivos para la salud en el sector de la construcción

- Establecer la política apropiada en un estudio ambientalista en el momento de la construcción de viviendas en la ciudad de Arequipa?
- Proponer las medidas de prevención que deberán intervenir en los estudios ambientalistas en el desarrollo sostenible en el buen uso de los materiales de construcción que son utilizados en las diferentes viviendas en el distrito de Cayma
- Averiguar si las diferentes construcciones llevadas a cabo en la ciudad de Arequipa, tienen eficaz y eficientemente estudios ambientalistas y en qué se diferencia una de la otra.

1.7. Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo de la investigación se tuvo una limitada bibliografía especializada en esta problemática y la falta de cooperación de las personas que se encontraron implicados en la investigación

1.8. Hipótesis de la investigación

El uso de la variedad de materiales de construcción que utilizan los trabajadores sin ningún tipo de seguridad de estudio ambiental hace que contribuye en afectar su salubridad

1.9. Variables e indicadores

1.9.1. Variable independiente

Materiales de construcción

1.9.2. Variable dependiente

Salud ocupacional

Operacionalización de las variables

Hipótesis	Variables	Indicadores
El uso de la variedad de materiales de construcción que utilizan los trabajadores sin ningún tipo de seguridad de estudio ambiental hace que contribuye en afectar su salubridad	Variable Independiente Material de construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales de construcción según las normas • Composición química de los materiales de construcción • Conservación de los materiales de construcción
	Variable dependiente Salud ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> • Salubridad • Toxicología • Enfermedades que afectan el uso de los materiales de construcción • Incidencias de quebrantamiento de la salud en los trabajadores de la construcción

1.10. Tipo y nivel de la investigación

1.10.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación es cuantitativa. Tiene el propósito de establecer las relaciones causales entre el impacto de las construcción civiles con la salubridad, por el cual nos apoyamos en el método hipotético – deductivo; debido a que a mayor empleo de los materiales de construcción sin ninguna medida de seguridad de protección, repercute negativamente en la salubridad de las personas que se

encuentran en forma directa o indirectamente con el proceso de la construcción.

1.10.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación que se ejecutó en este estudio fue descriptiva correlacional debido a que se limitó a describir el proceso tal como se manifiesta y al mismo tiempo se estableció la correlación en el cual si existe o no una relación entre la variable 1 y la variable 2; es decir, si los materiales de construcción en especial del cemento influyen en la salubridad de las personas que están directamente en el proceso de la construcción.

1.11. Antecedentes de la investigación

Bronfenbrenner (1987) propone una perspectiva ecológica del desarrollo de la conducta humana. Esta perspectiva concibe al ambiente ecológico como un conjunto de estructuras seriadas y estructuradas en diferentes niveles, en donde cada uno de esos niveles contiene al otro. Bronfenbrenner denomina a esos niveles el microsistema, mesosistema, exosistema y macrosistema.

El microsistema constituye el nivel más inmediato en el que se desarrolla el individuo (usualmente la familia); el mesosistema comprende las interrelaciones de dos o más entornos en los que la persona en desarrollo participa activamente; el ecosistema lo integran contextos más amplios que no incluyen a la persona como sujeto activo; finalmente, al macrosistema lo configuran la cultura y la subcultura en la que se desenvuelve la persona y todos los individuos de su sociedad.

Bronfenbrenner (1987) argumenta que la capacidad de formación de un sistema depende de la existencia de las interconexiones sociales entre ese sistema y otros. Todos los niveles del modelo ecológico propuesto dependen

unos de otros; por lo tanto, se requiere de una participación conjunta de los diferentes contextos y de una comunicación entre ellos.

Bronfenbrenner y Ceci (1994) han modificado su teoría original y plantean una nueva concepción del desarrollo humano en su teoría bio-ecológica. Dentro de esta teoría, el desarrollo es concebido como un fenómeno de continuidad y cambio de las características bio-psicológicas de los seres humanos, tanto de los grupos como de los individuos. El elemento crítico de este modelo es la experiencia que incluye no solo las propiedades objetivas sino también las que son subjetivamente experimentadas por las personas que viven en ese ambiente. Bronfenbrenner y Ceci (1994) argumentan que, en el transcurso de la vida, el desarrollo toma lugar a través de procesos cada vez más complejos en un activo organismo bio-psicológico. Por lo tanto, el desarrollo es un proceso que deriva de las características de las personas (incluyendo las genéticas) y del ambiente, tanto el inmediato como el remoto y dentro de una continuidad de cambios que ocurren en este a través del tiempo. El modelo teórico es referido como un modelo Proceso-Persona-Contexto-Tiempo (PPCT).

Belsky (1980) retomó el modelo original de Bronfenbrenner y lo aplicó al abuso infantil. En la aplicación de Belsky, la familia representaba al microsistema; y el autor argumentaba que en este nivel más interno del modelo se localiza el entorno más inmediato y reducido al que tiene acceso el individuo. El microsistema refiere las relaciones más próximas de la persona y la familia, es el escenario que conforma este contexto inmediato. Éste puede funcionar como un contexto efectivo y positivo de desarrollo humano o puede desempeñar un papel destructivo de este desarrollo (Bronfenbrenner, 1987).

El mundo de trabajo, el vecindario, las relaciones sociales informales y los servicios constituían al ecosistema, y los valores culturales y los sistemas de creencias se incorporarían en el macrosistema. Como lo mencionábamos, para Belsky (1980) el ecosistema es el segundo nivel y está compuesto por la

comunidad más próxima después del grupo familiar. Ésta incluye las instituciones mediadoras entre los niveles de la cultura y el individual: la escuela, la iglesia, los medios de comunicación, las instituciones recreativas y los organismos de seguridad. La escuela constituye un lugar preponderante en el ambiente de los jóvenes; ellos permanecen una gran parte de su tiempo en este lugar, el que contribuye a su desarrollo intelectual, emocional y social.

El macro sistema comprende el ambiente ecológico que abarca mucho más allá de la situación inmediata que afecta a la persona. Es el contexto más amplio y remite a las formas de organización social, los sistemas de creencias y los estilos de vida que prevalecen en una cultura o subcultura (Belsky, 1980; Bronfenbrenner, 1987). En este nivel se considera que la persona se ve afectada profundamente por hechos en los que la persona ni siquiera está presente. La integración en la sociedad es parte de la aculturación de los individuos a las instituciones convencionales, las normas y las costumbres (Angenent & Man, 1996). Emery y Laumann-Billings (1998) utilizaron el modelo ecológico para analizar las causas y las consecuencias de las relaciones familiares abusivas y establecieron a la familia como el contexto más inmediato. El contexto ecológico más amplio lo constituyeron las cualidades de la comunidad en las que está inmersa la familia, tales como la pobreza, la ausencia de servicios, la violencia, la desorganización social, la carencia de identidad dentro de sus miembros, y la falta de cohesión en ella. Por su parte, el contexto sociocultural estuvo formado por los valores y las creencias culturales. En el presente estudio retomamos el modelo ecológico aplicado por Belsky (1980) al abuso infantil.

En este modelo, Belsky propone los mismos sistemas que Bronfenbrenner, pero los define de manera diferente. Según Belsky (1980) las relaciones dentro de la familia constituyen el vínculo más próximo y el sistema más inmediato en el que se desenvuelven los niños, al que denomina microsistema. El barrio y la escuela son contextos importantes para los menores, pero constituyen otro

nivel de interacción, al cual llama el ecosistema y por último, Belsky considera que la cultura constituye el macrosistema.

En nuestro medio merece mencionar uno de los trabajos de investigación referente a La Madrid (2008) sobre una “propuesta de un plan de seguridad y salud para obras de construcción” donde focaliza acerca de los efectos del polvo que ataca a los pulmones en especial, que la mayoría de las empresas que operan en la ciudad de Lima no toman las medidas correctivas de prevenir la salud de las personas en forma directa e indirecta. Otra de sus importantes conclusiones es que Las operaciones que se realizan en todo proyecto de construcción siempre tienen un impacto sobre la salud de sus trabajadores y del ambiente, es por ello que al analizar los riesgos para cualquier actividad de la obra, implícitamente se está realizando un análisis de los aspectos ambientales que influye en dicha actividad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Sostenibilidad

La Sostenibilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente (Cáceres, 1996).

2.1.1. Construcción sostenible

La Construcción sostenible, puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios (Casado, 1996).

La Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado (Lansing, 1996).

2.1.2. Aspectos a considerar en la construcción sostenible

La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la construcción en la creación del ambiente, sino los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La importancia creciente en las consideraciones del "síndrome del edificio enfermo" en los edificios de oficinas y la "sensibilidad ambiental" en la construcción de viviendas ha dado lugar a una mayor consideración de los efectos que los materiales de construcción tienen en la salud humana (Vale et al, 1993).

Se tratará de construir en base a unos principios, que podríamos considerarlos ecológicos y se enumeran a continuación (Kibert, 1994).²

- Conservación de recursos.
- Reutilización de recursos.
- Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción.
- Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
- Reducción en la utilización de la energía.
- Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.

² Cuando se lleva a cabo en las obras civiles, cualquier tipo de construcción es necesario tener en cuenta el estudio del impacto ambiental, bajo una responsabilidad social.

2.1.3. Protección del medio ambiente

Los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la construcción sostenible son los siguientes:

Energía. Implica una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad.

Terreno y biodiversidad. La correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas.

Recursos minerales. Implica un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

2.1.4. Los edificios y la sostenibilidad

El objetivo principal de los edificios ha sido el de proteger a sus ocupantes de los elementos naturales. Los principales esfuerzos se han enfocado a la mejora de los aspectos necesarios para llevar a cabo este objetivo, es decir, una mejora en la calidad global del edificio y en el dominio de los costes correspondientes.

Actualmente la noción de Desarrollo Sostenible introduce una restricción adicional, que es la de cumplir el objetivo principal de los edificios sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades (Bourdeau, 1996).

Los edificios, a lo largo de su construcción, uso y demolición, ocasionan una gran cantidad de impactos ambientales que nacen de nuestra actividad económica. Estos ocasionan un gran impacto en el ambiente global a través de la energía utilizada para proveer a los

edificios de los servicios necesarios y de la energía contenida en los materiales utilizados en la construcción. Los edificios son responsables de aproximadamente el 50% de energía utilizada y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

2.1.5. El impacto ambiental de los edificios

Deberán tenerse en cuenta los impactos ambientales de los edificios y de sus materiales antes, durante y después de su construcción. Los diferentes efectos se considerarán con el coste de adoptar nuevas alternativas prácticas (WWF, 1993).

Los flujos de materia o energía que entran o salen del sistema estudiado contribuyen, de forma diferenciada, a un cierto número de impactos, o efectos (globales), sobre el medio ambiente. Se puede citar el efecto invernadero (o contribución al calentamiento global), la acidificación atmosférica (o la lluvia ácida), la destrucción de ozono estratosférico, la eutrofización, el agotamiento de los recursos naturales (Moch, 1996).³

2.1.6. Los efectos de los materiales sobre el medio ambiente

El proceso de fabricación de los materiales de construcción, así como de los productos de los cuales muchos están formados, ocasiona un impacto ambiental. Muchos de estos procesos originan emisiones tóxicas a la atmósfera, que resultan contaminantes, corrosivas y altamente

³ La grandes urbes, donde las construcción de las diversas infraestructuras han avanzado en cierta manera impactar el medio ambiente en forma negativa, sin medir las consecuencias, como el caso del exceso de aditivos en la construcción, la falta de seguridad en un personal informal, que no se protege de las expiraciones de los gases tóxicos como de los materiales de construcción, mas no dejando de lado , la posibilidad de las personas que se encuentran alrededor de una construcción, que también reciben un impacto negativo.

perjudiciales para la salud. Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de la construcción sostenible es la construcción de edificios con una disminución de estos materiales y evitar, siempre que sea posible, la utilización de sustancias que al final de su ciclo de vida, originen residuos peligrosos.

Los principales efectos sobre el medio ambiente de los materiales utilizados en la construcción son los siguientes:

- Consumo energético
- Producción de residuos sólidos
- Incidencia en el efecto invernadero
- Incidencia en la capa de ozono

2.1.7. Estrategia de minimización del impacto ambiental de los materiales de construcción

El sector de la construcción en diferentes partes del mundo ha ido creciendo en forma fluctuante , innovando una serie de estrategias en el desarrollo de la variedad de edificaciones de infraestructura, como es el caso , el uso de aditivos que tuvieran mejor resistencia en el proceso de la construcción, pues las grandes compañías constructoras se ligan con el uso del ISO 14001 con las especificaciones y directivas para su uso – 14004 Directivas generales sobre principios, sistemas y técnica de apoyo. Al cual se encuentran relacionadas con el impacto ambiental, indudablemente la industria de la Construcción es responsable del empleo de más del 50% de los recursos naturales. A este respecto, la Unión Europa ha elaborado una estrategia temática, cuyo objetivo es establecer un marco y unas medidas que permitan el uso sostenible de los recursos naturales sin perjudicar el medio ambiente (Symonds, Argus, Cowi and Prc Bouwcentrum: «*Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*», February 1999, DGXI, European Commision)

En nuestra realidad, precisamente en la ciudad de Arequipa, el año 2000, el sector de la construcción ha ido en aumento desmesurado en los últimos años como consecuencia del Boom de la minería; se han ampliado edificaciones, se construyeron complejos habitacionales, centros comerciales, se ampliaron y renovaron carreteras, represas. Pero en todo este proceso, se dan las implicancias del impacto ambiental, en el cual se ha considerado que el desarrollo sostenible es entendido como la preservación del medio natural, tratar en lo posible no sea alterado en perjuicio de la calidad de vida; sin embargo, quienes están directamente con el proceso de la construcción como es el personal que se encuentra clasificado como el ingeniero de residencia, capataz, oficial, ayudantes, son los que sufren de forma directa e indirectamente los embates de los materiales de construcción.

El transporte del material de construcción de los puntos de distribución: arena, cascajo, cemento, entre otros; por ejemplo emiten polvo tóxico, cuyas partículas, muchas veces no son percibidas por nuestros sentidos. Al anterior, agreguemos la contaminación acústica, los ruidos que se efectúan durante el traslado del material, o el derrumbamiento de la obra; en forma simultánea afecta la salud de las personas que se encuentran directa e indirectamente.

Es por este motivo que las empresas constructoras están obligadas a efectuar la elaboración de un estudio ambiental, especialmente cuando se trata de obras de envergadura; además, deben aplicar una serie de estrategias, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental negativamente en contra del medio natural

Indudablemente, el personal que trabaja en el sector de construcción debe obligatoriamente llevar un equipo de protección personal y de seguridad (EPP), con la finalidad de evitar las implicancias de las

enfermedades ocupacionales; sin embargo, siempre se registran las incidencias del caso.

Según los ingenieros de la rama de la construcción consideran que al momento de iniciar una construcción se debe tener en cuenta algunas acciones:

El traslado del material de construcción a la obra debe llevarse a cabo con criterio técnico; por ejemplo, el cascajo debe regarse regularmente con agua, y cuando se deposita el cemento debe emplearse un plástico con la finalidad que el polvo no logre extenderse

1. Resistencia mecánica y estabilidad
2. Seguridad en caso de incendio
3. Higiene, salud y medio ambiente

Las obras deberán proyectarse y construirse de forma que no supongan una amenaza para la higiene o para la salud de los ocupantes o vecinos, en particular como consecuencia de las siguientes circunstancias:

- Fugas de gas tóxico
- Presencia de partículas o gases peligrosos en el aire
- Emisión de radiaciones peligrosas
- Contaminación o envenenamiento del agua o del suelo
- Defectos de evacuación de aguas residuales, humos y residuos sólidos o líquidos
- Presencia de humedad en partes de la obra o superficies interiores de la misma

4. Seguridad de utilización
5. Protección contra el ruido
6. Ahorro de energía y aislamiento térmico

Las medidas para reducir en lo posible cada uno de los factores componentes del medio ambiente son las siguientes:

2.1.7.1. Suelos

- Realizar el descortezado solo de la base de las explanaciones, para evitar la eliminación innecesaria de la capa vegetal y minimizar los volúmenes de tierra a descortezar.
- Distribuir racionalmente las masas de los suelos a mover, es decir, asegurando el máximo de compensación de tierras posible, así como ubicando convenientemente el material sobrante de los tramos o zonas en corte o excavación: "a caballero" y cuando no sea posible en vertederos.
- Emplear únicamente el área de la faja de emplazamiento establecida en el proyecto ejecutivo de la obra
- Minimizar la construcción de los desvíos en la obra y los caminos provisionales hasta la obra y hasta los préstamos.
- Evitar la construcción de explanaciones sobre las dunas y en especial en las dunas litorales.
- Usar racionalmente el suelo vegetal extraído para recubrir y proteger los taludes, para la construcción de las áreas verdes, etc.

2.1.7.2. Vegetación

- Realizar el desmonte o tala de árboles y el desbroce de la vegetación imprescindible, solo dentro de los límites de la faja o el área de emplazamiento establecida en el proyecto ejecutivo de la obra.
- Minimizar la apertura de trochas o caminos de acceso provisionales hasta la obra y hacia los préstamos.
- Recubrir siempre que sea factible los taludes de las explanaciones con capa vegetal para que la hierba los proteja de la erosión pluvial.
- Hacer un racional acarreo, disposición de los árboles talados.
- Propiciar el empleo de los árboles maderables talados.

2.1.7.3. Agua

- Evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas mediante la explotación de las maquinarias de movimiento de tierras y de pavimentación.
- Construir correctamente los dispositivos del sistema de drenaje proyectados y mejorarlo siempre que sea posible durante su construcción.
- Evitar la destrucción y desvíos de los acuíferos mediante la ejecución de los trabajos de movimiento de tierras.

2.1.7.4. Paisaje

- Ubicar correctamente los préstamos laterales, no tan cercanos que afecten el entorno y el paisaje de manera evidente y a la vez no tan distante de la obra para no elevar los costos de transportación y construcción.
- Explotar correctamente los préstamos laterales y cuando se concluya hacerle los arreglos necesarios para minimizar la afectación ambiental
- Adoptar cuanta medida contribuye al cuidado del paisaje durante la fase constructiva.

2.1.7.5. Atmósfera

- Usar las técnicas de voladuras de tierra y/o roca solo en casos que sean estrictamente necesarias.
- Mantener un buen estado técnico de funcionamiento el parque de máquinas disponible para ejecutar los diferentes trabajos, para reducir así en la mayor medida posible el escape de gases, derrame de combustibles y lubricantes, así como la generación de ruidos innecesarios.
- Evitar o disminuir el mínimo de creación de nubes de polvo (polvaredas) al construir explanaciones, mediante riego de agua, riegos asfálticos u otras medidas, en evitación de accidentes y de afectaciones a la salud humana.

2.1.8. Minimización de los consumos energéticos en la utilización de las construcciones

La implantación de los edificios juega un papel fundamental en el consumo de energía. No siempre se pueden escoger las condiciones más favorables, pero la referencia al clima, la vegetación, la topografía y el tejido edificado tienen que ser un primer paso tanto si lo aprovechamos como si nos tenemos que proteger de las condiciones adversas (Casado, 1996).

Para llevar a cabo un uso eficiente de la energía y de su conservación se tendrán que considerar los siguientes aspectos en la construcción de los edificios:

2.1.8.1 Impacto en la Planificación de la Localización

Es en el planeamiento urbanístico el ámbito en el cual se pueden conseguir las mejores aportaciones del ambiente a la edificación, ya que puede conducir a un ambiente más saludable y agradable (Casado, 1996).
Determinación previa de los posibles usos del transporte.

Previsión de zonas seguras para el almacenamiento de productos y residuos en el lugar de construcción y convenientes acuerdos para la disposición de residuos (WWF, 1993).

Impactos en el proceso de construcción, como pueden ser un incremento en la cantidad de transporte, polvo y ruidos.

2.1.8.2 La calidad en la edificación

La calidad en la edificación es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos energéticos. Esta visión incluye tanto los materiales, como los sistemas o estrategias

urbanas que inciden sobre la calidad. Entre las propuestas que contribuirán a mejorar la calidad en la edificación podemos mencionar las siguientes:

- Limitar el riesgo económico que supone actualmente la compra de inmuebles y promocionar las inversiones en proyectos de construcción de alta calidad.
- Crear el etiquetado ecológico tanto para edificios como para productos de construcción y favorecer un mecanismo de mercado que promueva el cambio hacia esta realidad.
- Reducir los costes constructivos e introducir el concepto del menor coste posible en el mantenimiento del inmueble.
- Incrementar la estandarización de los diferentes componentes de la construcción y mejorar la disseminación de aquellas tecnologías y sistemas de interés general.
- Desarrollar sistemas apropiados de control de calidad adaptados a las necesidades de los constructores y diseñadores, y orientados a promocionar una garantía en los resultados energéticos del edificio (Landabaso, 1996).

2.1.8.3 La calidad del ambiente interior

Los materiales y los componentes con los que se construye el edificio pueden ser una fuente de materiales problemáticos, como pueden ser los tratamientos químicos aplicados a diferentes materiales, que se evaporan en la atmósfera del edificio. Los sistemas de control ambiental y otros servicios incrementan el confort y la salubridad de los ambientes en los edificios (Groak, 1992).

Se pueden considerar los siguientes aspectos en cuanto a la calidad del ambiente interior:

- Caracterizar las fuentes de contaminación y los elementos contaminantes del aire.
- Optimización de los equipos de ventilación.

- Clarificar los aspectos sociológicos relacionados con la calidad del aire.
- Controlar los elementos contaminantes del aire.

2.1.9 Material de construcción

Es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil.

Algunos beneficios:

- Consumen poca energía en su ciclo de vida;
- son duraderos;
- pueden estandarizarse;
- son fácilmente valorizables;
- proceden de producción justa;
- tienen valor cultural en su entorno;
- tienen bajo coste económico.

Tabla 1

Impacto ambiental de los principales materiales de construcción							
Material	Efecto invernadero	Acidificación	Contaminación atmosférica	Ozono	Metales Pesados	Energía	Residuos sólidos
Cerámica	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Piedra	+++	+++	++	+++	+++	+++	+
Acero	++	++	+	+++	++	++	+++
Aluminio	+	+	++	+++	+	+	+++
PVC	++	++	+	+++	++	++	++
Poliestireno	++	+	+	++	+	+	++
Poliuretano	+	++	+	+	++	++	+++
Pino	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++ impacto pequeño ++ impacto medio + impacto elevado				Según el Programa Simapró de Análisis de Ciclo de Vida.			

Fuente: Programa Simapró de Análisis de Ciclo de Vida. Editorial Norma. México

A continuación, se anuncian algunos materiales o sustancias de diferentes niveles de toxicidad nocivos para la salud:

Tabla 2

Materiales contaminantes que deterioran la salud

MATERIAL o SUSTANCIA	PROBLEMA	SE RECOMIENDA
Aislación de fibra de vidrio	El polvo de lana de vidrio es un carcinógeno, la resina plástica ligante tiene fenolformaldehido	Sellar para evitar el contacto de la fibra con el aire interior.
Aislación de espuma plástica (poliuretano o PVC)	Emanaciones de componentes orgánicos volátiles. Humo muy tóxico al inflamarse	Evitar su uso si está en contacto con el interior. Buscar sustitutos naturales como la viruta de madera o el corcho.
Tuberías de cobre para agua (con soldadura de plomo)	La soldadura de plomo desprende partículas de este metal.	Solicitar soldadura sin plomo y contraflujo de vapor o agua sobrecalentada por el sistema antes de habilitar la instalación.
Pinturas sintéticas de interior	Algunas emanan componentes orgánicos volátiles y gases de mercurio	Optar por pinturas al agua y libres de mercurio. Ventilar bien el edificio antes de ocuparlo. Emplear pinturas de baja toxicidad
Ladrillos refractarios	Contienen distintos porcentajes de aluminio tóxico	Elegir los ladrillos de tonalidad más clara, que contienen menos aluminio

Fuente: *Bioconstrucción - Materiales Contaminantes en las Construcciones (GARCEN 2000)*

2.1.10. Exposición a químicos tóxicos afecta a la salud de las personas

Los síntomas pueden variar desde dolor de cabeza, depresión, estados gripales continuos. La mayoría de los productos tóxicos no solo afectan la salud de los seres humanos, sino también a la naturaleza (la tierra, el aire, el agua...). A largo plazo pueden derivar en malformaciones congénitas y al desarrollo de distintos tipos de cáncer.

2.1.11. Sector de la construcción y el medio ambiente

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporcionan los medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del aire y el agua (Moavenzadeh, 1994).

Los impactos medioambientales de las actividades de construcción, que han sido estudiados de forma exhaustiva por diversos autores (Hill y Bowen, 1997), no se limitan a la actividad constructora propiamente dicha sino que tienen lugar o están influidos por todas las fases del proceso constructivo: promoción, proyecto, ejecución, uso y mantenimiento y derribo o demolición (García et al., 2004).

La gestión medioambiental comprende todas las actividades técnicas y organizativas que lleva a cabo una organización con el objetivo de reducir el impacto que causan sus actividades sobre el medio ambiente (Cramer, 1998). González y González (2005) clasifican las prácticas de gestión medioambiental en tres categorías: prácticas de planificación y

organización, prácticas operativas (relacionadas con el producto y con el proceso) y prácticas de comunicación o comerciales.

Las prácticas de planificación y organización hacen referencia a la puesta en marcha y al grado de desarrollo de un Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) que recoja y defina la política medioambiental de la empresa, los procedimientos de fijación de objetivos y de puesta en marcha de las distintas acciones, la asignación de responsabilidades y los instrumentos adecuados para evaluar los avances realizados.

Las prácticas operativas, que son aquellas que implican cambios en el sistema de producción y operaciones de la empresa, pueden clasificarse en dos categorías: las relacionadas con el producto y las relacionadas con los procesos de fabricación. Las prácticas operativas de producto están enfocadas a diseñar y desarrollar productos más comprometidos con el medio ambiente. Estas prácticas no deben limitarse a la sustitución de materiales más contaminantes por otros más ecológicos o a intentar reducir el consumo de recursos y la generación de residuos en la fabricación, sino que deben reflejar un compromiso a largo plazo y una visión global de la cadena de valor, incluyendo el destino del producto una vez vendido.

Las características especiales que presenta el sector de la construcción complican, en comparación con otros sectores, la puesta en marcha de medidas de gestión medioambiental (Piñeiro y García, 2007).

Un primer rasgo a destacar es la realización de obras variadas y su ubicación geográfica itinerante. Dado que los impactos ambientales de las empresas constructoras están fuertemente relacionados con los proyectos específicos que llevan a cabo, y que una empresa puede estar operando simultáneamente en varias obras en diferentes localizaciones, con una duración variable y con distintos clientes y legislación, la gestión medioambiental debe ser lo suficientemente flexible para ajustarse a los requisitos de cada obra o proyecto y, al mismo tiempo, ser suficientemente

eficaz como para ser capaz de mejorar o controlar su rendimiento medioambiental (Uren y Griffiths, 2000).

Otras características del sector de la construcción que complican la puesta en marcha de medidas de gestión medioambiental son la elevada utilización de la subcontratación y la gran rotación de la mano de obra en las empresas subcontratistas. Un aspecto adicional a tener en cuenta es el alto grado de fragmentación que presenta la industria de la construcción, lo cual ha provocado que los cambios en el comportamiento de las empresas y su adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente hayan sido muy lentos. Además, la actitud y el comportamiento convencional de la industria de la construcción han dificultado los cambios (Teo y Loosemore, 2001; Ball, 2002).

De otro lado, debemos resaltar acerca de la composición química en cuanto a su elaboración de los materiales de construcción antes mencionados El cemento, aglomerante hidráulico (aglomerante: cuerpo que sirve para reunir varios elementos en una masa compacta), es un material inorgánico, no metálico, compuesto de cal, alúmina, fierro y sílice, finamente molido. Mezclado con agua forma una pasta que fragua y endurece, manteniendo su resistencia y estabilidad incluso dentro del agua. Las sustancias componentes del cemento reaccionan con el agua de la mezcla, formando silicatos de calcio hidratados.

Es el conglomerante hidráulico que resulta de la pulverización del clinker, frío, a un grado de finura determinado, al cual se le adiciona sulfato de calcio natural, o agua y sulfato de calcio natural. A criterio del productor pueden incorporarse además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal, que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto.

—Conglomerante hidráulico es el material finamente pulverizado que, al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros

materiales similares, tiene la propiedad de fraguar, tanto en el aire como en el agua, y formar una pasta endurecida.

—Clinker es el material sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura de 1,400 °C , de materias primas de naturaleza calcárea y arcilla ferruginosa, previamente triturada, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas y homogeneizadas. Esencialmente el clinker está constituido por silicatos, aluminatos y aluminoferritos de calcio.

—Sulfato de calcio natural es el sulfato cálcico dihidratado, hemihidratado o anhidro.

La industria de cemento es intensiva en energía. El energético es el principal factor de costo, significando 30-40% del costo total de producción. En su producción se producen emisiones del horno de cemento que provienen, primariamente, de las reacciones físicas y químicas de las materias primas y, secundariamente, de la combustión de los combustibles.

Los principales componentes de los gases de emisión del horno son el nitrógeno del aire de combustión, CO₂ procedente de la calcinación del CO₃Ca y de los combustibles quemados, agua del proceso de combustión y de las materias primas, y el oxígeno en exceso.

Los gases de combustión contienen también pequeñas cantidades (menos de 1%) de partículas, óxidos de azufre y de nitrógeno, y otros compuestos; la contribución de las emisiones de la producción de cemento al inventario de las totales de los países industrializados es muy baja.

2.1.12. Composición química de los materiales de construcción

2.1.12.1 El cemento. Es un producto ("commodity") de precio unitario bajo, que no admite grandes costos de transporte y por ello compete en el mercado. El cemento se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como la caliza, y por alúmina y sílice, que se

encuentran como arcilla en la naturaleza. En ocasiones es necesario agregar otros productos para mejorar la composición química de las materias primas principales; el más común es el óxido de hierro.

Tabla 3
Composición química del cemento

	Oxido componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
Cal combinada	CaO	62.5%	C
Sílice	SiO ₂	21%	S
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.5%	A
Hierro	Fe ₂ O ₃	2.5%	F
Cal Libre	CaO	0%	
Azufre	SO ₃	2%	
Magnesio	MgO	2%	
Alcalis	Na ₂ O y K ₂ O	0.5%	
Perdida al Fuego	P.F.	2%	
Residuo insoluble	R.I.	1%	

Fuente: Cemento Yura

2.1.12.2. Las calizas. Afortunadamente se presentan con frecuencia en la naturaleza, están compuestas en un alto porcentaje (más de 60%) de carbonato de calcio o calcita (CaCO₃, Cuando se calcina da lugar a óxido de calcio, CaO), e impurezas tales como arcillas, Sílice y dolomita, entre otras. Hay diferentes tipos de caliza y prácticamente todas pueden servir para la producción del cemento, con la condición de que no tengan cantidades muy grandes de magnesio, pues si el cemento contiene más cantidades del límite permitido, el concreto producido con el aumenta de volumen con el tiempo, generando fisuras y por lo tanto perdidas de resistencia.

2.1.12.3. La Pizarra. Se les llama "pizarra" a las arcillas constituidas principalmente por óxidos de silicio de un 45 a 65%, por óxidos de aluminio de 10 a 15%, por óxidos de fierro de 6 a 12% y por cantidades variables de óxido de calcio de 4 a 10%. Es también la principal fuente de álcalis.

La pizarra representa aproximadamente un 15% de la materia prima que formará el clínker. Como estos minerales son relativamente suaves, el

sistema de extracción es similar al de la caliza, solo que la barrenación es de menor diámetro y más espaciada, además requiere explosivos con menor potencia. Debido a que la composición de éstos varía de un punto a otro de la corteza terrestre, es necesario asegurar la disponibilidad de las cantidades suficientes de cada material.

2.1.12.4. La arcilla. Se emplea para la producción de cemento esta constituida por un silicato hidratado complejo de aluminio, con porcentajes menores de hierro y otros elementos. La arcilla aporta al proceso los óxidos de sílice (SiO_2), hierro (Fe_2O_3) y aluminio (Al_2O_3).

2.1.12.5. El yeso. Sulfato de calcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), es un producto regulador del fraguado, el yeso hace retardar el proceso para que al obrero le de tiempo de preparar el material . Este se agrega al final del proceso de producción

De otro lado, el material aditivo es una sustancia que se agrega a los demás componentes del hormigón en el momento de la mezcla, generalmente en el estado de polvo o de líquido y que modifica sustancialmente una o varias propiedades de las mezclas frescas o endurecidas. En base a esta definición, no son aditivos los que se agregan al clinker durante su proceso de elaboración (yeso o puzolanas) ni tampoco los productos empleados en procedimientos que se aplican sobre la mezcla ya colocada, tales como películas de curado o impermeabilizantes, cuya acción es superficial y a los cuales se los denomina tratamientos. Específicamente, la norma IRAM 1663: 2002 define a los aditivos químicos como un material que, aparte del cemento, los agregados y el agua empleados normalmente en la preparación del hormigón, puede incorporarse durante o después de la preparación del pastón, con el objeto de modificar alguna o varias de sus propiedades en la forma deseada

En la actualidad el uso de los aditivos se ha hecho común y la norma IRAM 1663:2002 clasifica a los aditivos como:

- a) Incorporador de aire
- b) Retardador de fraguado
- c) Acelerador de fraguado
- d) Acelerante de resistencia inicial
- e) Fluidificante
- f) Fluidificante e incorporador de aire
- g) Fluidificante y retardador de fraguado
- h) Fluidificante y acelerador de fraguado
- i) Superfluidificante
- j) Superfluidificante y retardador de fraguado

2.1.12.6. El agregado. Es el material granular, generalmente inerte, resultante de la desintegración natural, desgaste o trituración de rocas, de escorias siderúrgicas convenientemente preparadas para tal fin o de otros materiales suficientemente duros, que permiten obtener partículas de forma y tamaños estables, destinados a ser empleados en el concreto.

2.1.12.7. Densidad. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

2.1.12.8. Agregados reciclados. Obtención: Demolición, separación de materiales indeseables, separación por tamaños y trituración.

2.1.12.9. Agregados pesados. Peso unitario: entre 2880 y 6080 kg/m³ Aplicaciones: Protección contra radiaciones. Las rocas naturales disponibles para producir agregados pesados consisten en 2 tipos de minerales de bario, varios minerales de hierro y minerales de titanio.

2.1.12.10. Porosidad. Espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado. Es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de este; puede influir

en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

2.1.12.11. Compacidad. Es la relación del volumen de material llena y el volumen total o aparente de los agregados

2.1.12.12. Reacciones expansivas. Es la reacción entre los minerales activos de algunos agregados y los hidróxidos alcalinos de sodio y potasio en el concreto. Reacción álcali-sílice (RAS). Se produce cuando la disolución alcalina de los poros del concreto y los minerales silíceos de algunos áridos reaccionan para formar un gel, que al embeber agua, aumenta de volumen y consiguiente aumento de presión en el concreto lo que ocasiona fisuras y el deterioro del concreto. Las rocas que podrían provocar esta reacción contienen ópalo, calcedonia o pueden ser rocas volcánicas vítreas riolíticas.

2.1.12.13. Reacciones expansivas. Reacción álcali-carbonato (RAC). Esta se produce entre los álcalis y piedras calizas dolomíticas. Son susceptibles de reaccionar las piedras calizas arcillosas dolomíticas y las calizas magnesianas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

2.1.12.14. Resistencia. La resistencia dependen de su composición, textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados. La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura (probetas)

2.1.13. Importancia del ISO 14.000//1-2 Medio ambiente

El ISO 14000 está vinculado con la problemática, constituye una normativa que provee a la gerencia con la estructura para administrar un

Sistema de Gerencia Ambiental. ¿Porqué ISO "Verde" 14000 (Eco-Gerencia)?

La necesidad de proteger el medio ambiente se tiene que convertir en hechos y no solo palabras, más aún los principios de desarrollo sustentable lo requieren. ISO "VERDE" requiere la participación de "todo" el ciclo operativo de la organización y va mucho más allá del concepto de control y otros establecidos por la Normativa en la Gestión de la Calidad ISO 9000.

Es en la integración de ISO 9000 e ISO 14000 donde calidad y ambiente es responsabilidad integral de "todos" dentro de una organización.

La Normativa Internacional aplica a todo tipo de organización y empresa ya sea servicio, manufactura (como fabricantes de productos), bancos, hospitales, aerolíneas, gobierno, departamentos de defensa nacional, etc. ISO 14000 requiere que se demuestre la responsabilidad mediante los requerimientos establecidos en la Normativa Internacional ISO 14001 contemplando la reglamentación y estatutos aplicables al alcance de la gestión operativa y comercial de la organización.

2.1.14. Normatividad en la Construcción

2.1.14.1. La Ley General del Ambiente, Ley N°28611 (2005), en su Capítulo III: Gestión Ambiental, Artículo N° 25: "De los estudios de impacto ambiental", indica que los estudios de impacto ambiental, son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica del mismo. En la segunda de sus Disposiciones Transitorias, Complementarias y Finales, la ley indica que

“En tanto no se establezcan en el país Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental, son de uso referencial los establecidos por instituciones de Derecho Internacional Público, como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS)”.

2.1.14.2. El Código Penal, en su Título XIII, Capítulo Único: “Delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”, Artículos 304° describe los términos de contaminación y responsabilidad culposa. En el 305° habla de la contaminación agravada y en el 313° del daño al ambiente natural. Además se mencionan los delitos contra la ecología.

2.1.14.3. La Ley N° 26631 (1966), dicta normas para efectos de formalizar denuncia por infracción de la legislación ambiental. Dicha ley en su artículo 1°, establece que: “la formalización de la denuncia por los delitos tipificados en el título Décimo Tercero del Libro Segundo del Código Penal, requerirá de las entidades sectoriales competentes, opinión fundamentada por escrito sobre si se ha infringido la legislación ambiental”.

2.1.14.4. La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 26786 (1997), establece que los Ministerios deberán comunicar al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones al respecto. Esta ley no modifica las atribuciones sectoriales en cuanto a las autoridades ambientales competentes. Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La autoridad competente ambiental para dichas actividades hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese.

2.1.14.5. La Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental Ley N° 27446 (2001), este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión,

control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión.

2.1.14.6. La Ley N° 27446, ha creado el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Esta norma se encuentra vigente en la actualidad; sin embargo, la propia Ley señala que las normas sectoriales respectivas seguirán siendo aplicables en tanto no se opongan a esta nueva norma. Así, los sectores continuarán aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley. Esta norma busca ordenar la gestión ambiental en esta área estableciendo un sistema único, coordinado y uniforme de identificación, prevención, supervisión, corrección y control anticipada de los impactos ambientales negativos de los proyectos de inversión. Debe resaltarse que la norma señala que los proyectos de inversión que puedan causar impactos ambientales negativos no podrían iniciar su ejecución; y ninguna autoridad podrá aprobarlos, autorizarlos, permitirlos, concederlos o habilitarlos si no se cuenta previamente con la Certificación Ambiental expedida mediante resolución por la respectiva autoridad competente. Con respecto al contenido del EIA, la norma establece que este deberá contener tanto una descripción de la acción propuesta como de los antecedentes de su área de influencia, la identificación y caracterización de los impactos durante todo el proyecto, la estrategia de manejo ambiental y los planes de seguimiento, vigilancia y control. Las entidades autorizadas para la elaboración del EIA deberán estar registradas ante las autoridades competentes, quedando el pago de sus servicios a cargo del titular del proyecto. Respecto a la autoridad competente para el cumplimiento de esta ley, se ha señalado que son las mismas autoridades ambientales nacionales y sectoriales con competencia ambiental. Se señala que, en particular, es competente el

ministerio del sector correspondiente a la actividad que desarrolla la empresa proponente o titular del proyecto.

2.1.14.7. La Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 23853, en esta ley se establece que la Municipalidad es una unidad fundamental de la gestión local. El municipio como gobierno local y como parte del estado manifiesta una correlación de fuerzas sociales locales que se redefinen en el tiempo y en el territorio. En materia ambiental, las municipalidades tienen las siguientes funciones: velar por la conservación de la flora y fauna local y promover ante las entidades las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción; normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental; difundir programas de educación ambiental; propiciar campañas de forestación y reforestación; establecer 7 medidas de control de ruido de tránsito y del transporte colectivo; promover y asegurar la conservación y custodia del patrimonio cultural local y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales correspondientes en su restauración y conservación.

2.1.14.8. La Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 (2000) y su Reglamento, D.S. N° 057-2004-PCM, indican que el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en el artículo 4to de la Ley. También estipula que la prestación de servicios de residuos sólidos puede ser realizada directamente por las municipalidades distritales y provinciales y a través de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPSRS); que las actividades comerciales conexas deberán ser realizadas por Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (E CRS), de acuerdo

a lo establecido en el artículo 61 del Reglamento; y que la prestación del servicio debe cumplir con condiciones mínimas de periodicidad, cobertura y calidad que establezca la autoridad competente.

2.1.14.9. La Ley General de Salud Ley N° 26842, norma los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual, así como los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros, considerando la protección de la salud como indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

2.1.14.10. La Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación Ley N° 24047 (1985), este dispositivo reconoce como bien cultural los sitios arqueológicos, estipulando sanciones administrativas por caso de negligencia grave o dolo, en la conservación de los bienes del patrimonio cultural de la Nación.

2.1.14.11. El Decreto Legislativo N° 1078, en sus contenidos modifica la Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, en los artículos 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10°, 11°, 12°, 15°, 16°, 17° y 18; en el resumen de esta norma indica que la misma es aplicable a, las políticas, planes y programas de nivel nacional, regional y local que puedan originar implicaciones ambientales significativas; así como los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras, y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impacto ambientales negativos significativos.

2.1.14.12. La Ley General de Aguas N° 17752, la cual establece el uso justificado y racional de las aguas o cuerpos de agua a nivel nacional incluyendo las aguas producidas de nevados, glaciares y de las precipitaciones, indicado que las aguas son de propiedad del estado y su

dominios inalienable e imprescriptible, no existe propiedad sobre ellas ni derechos adquiridos sobre ellas, indica además que su uso solo puede ser otorgado en armonía con el interés social y del país.

2.2. Salubridad

Palabra salubridad permite designar respecto de algo o alguien la calidad de salubre que a través del término se estará haciendo referencia al estado de la salud pública, a la sanidad de un lugar x. Los vecinos denunciaron al restaurante de la esquina porque no cumple con los requisitos básicos de salubridad.

A continuación, exponemos una tabla de los principales elementos contaminantes que podemos hallar en los edificios, sus efectos y las posibles soluciones.

Tabla 4

Efectos de los materiales de construcción en la salud

MATERIAL / SUSTANCIA	PROBLEMA	RECOMENDACIÓN
Aglomerado de madera, hardboard	Emanaciones de formaldehído de las resinas ureicas y fenólicas	Evitar principalmente los productos a base de formaldehído ureico. Es preferible el contrachapado.
Aislamiento de espuma plástica (poliuretano o PVC)	Emanaciones de componentes orgánicos volátiles. Humo muy tóxico al inflamarse.	Evitar su uso. Buscar sustitutos como la viruta de madera o el corcho aglomerado.
Aislamiento de fibra de vidrio	El polvo de lana de vidrio es un carcinógeno, la resina plástica ligante contiene fenol formaldehído.	Sellar, evitando el contacto de la fibra con el aire interior.
Alfombras sintéticas	Acumulan polvo, hongos y producen emanaciones de componentes volátiles. Los adhesivos aplicados también emiten gases nocivos. Se cargan fácilmente de estática.	Es preferible evitarlas, en especial en lugares donde pudieran humedecerse. Si deben usarse, no emplee adhesivos. Pida bases de yute o lana y no de látex sintético.
Cañerías de cobre para agua (que requieran soldadura de plomo)	La soldadura de plomo (ya prohibida en muchos países) desprende partículas de este metal.	Solicitar soldadura sin plomo y contraflujo de vapor o agua sobrecalentada por el sistema antes de habilitar la instalación
Cañerías de plástico (PVC) para agua	Los solventes de los plásticos y adhesivos e hidrocarburos clorados se disuelven en el agua.	No utilizar cañerías de PVC para el agua potable.
Cemento/hormigón	Las gravas graníticas empleadas como áridos suelen ser radiactivas.	Existe la alternativa del bio-hormigón, fácilmente elaborable, disminuyendo la proporción del cemento y aumentando la de cal. El cemento blanco es más sano que el gris.

Ladrillos refractarios	Contienen distintos porcentajes de aluminio tóxico.	Elegir los colores más claros, que contienen menos aluminio.
Pinturas sintéticas de interior	Emanan componentes orgánicos volátiles y gases de mercurio.	Exigir pinturas al agua y libres de mercurio. Ventilar bien el edificio antes de ocuparlo. Existen pinturas de baja toxicidad.
Pisos vinílicos o plastificados	Producen emanaciones tóxicas del material y de los adhesivos.	Se puede sustituir por linóleo o corcho. El hidrolaqueado es menos tóxico que el plastificado. La cerámica es completamente no-tóxica.
Sistemas de acondicionamiento de aire	Los filtros mal mantenidos desarrollan hongos, las parrillas de condensación albergan gérmenes Aero patógenos, el sistema distribuye contaminantes.	Es mejor acondicionar el edificio que acondicionar el aire. Sistemas de calefacción y refrigeración solar pasiva son más sanos.

Fuente: Arroyo, M (2001). Estudio del Impacto ambiental de los materiales de construcción. Lima.

La exposición a cualquier riesgo suele ser intermitente y de corta duración, pero es probable que se repita. Un trabajador puede no solo toparse con los riesgos primarios de su propio trabajo, sino también puede exponerse como observador pasivo a los riesgos generados por quienes trabajan en su proximidad o en su radio de influencia.

Los riesgos a que están expuestos los trabajadores de determinados oficios se relacionan en la Tabla 1.

2.2.1. Riesgos de la construcción

2.2.1.1. Riesgos químicos

A menudo, los riesgos químicos se transmiten por el aire y pueden presentarse en forma de polvos, humos, nieblas, vapores o gases; siendo así, la exposición suele producirse por inhalación, aunque ciertos riesgos portados por el aire pueden fijarse y ser absorbidos a través de la piel indemne (p. ej., pesticidas y algunos disolventes orgánicos). Los riesgos químicos también se presentan en estado líquido o semilíquido (p. ej., pegamentos o adhesivos, alquitrán) o en forma de polvo (cemento seco).

Varias enfermedades se han asociado a los oficios de la construcción, entre ellas:

- Silicosis entre los aplicadores de chorros de arena, excavadores en túneles y barreneros
- Asbestosis (y otras enfermedades causadas por el amianto) entre los aplicadores de aislamientos con amianto, instaladores de sistemas de vapor, trabajadores de demolición de edificios y otros.
- Bronquitis entre los soldadores; alergias cutáneas entre los albañiles y otros que trabajan con cemento
- Trastornos neurológicos entre los pintores y otros oficios expuestos a los disolventes orgánicos y al plomo.
- Se han encontrado tasas de mortalidad por cáncer de pulmón y del aparato respiratorio entre los manipuladores de aislamientos con amianto, los techadores, los soldadores y algunos trabajadores de la madera.

2.2.1.2. Riesgos físicos

Los riesgos físicos se encuentran presentes en todo proyecto de construcción. A menudo, el trabajo de la construcción se desarrolla en presencia de calores o fríos extremos; con tiempo ventoso, lluvioso, nieve, niebla o de noche.

El ruido está presente en los proyectos de demolición por la misma naturaleza de su actividad. Afecta no solo al operario que maneja una máquina que hace ruido, sino también a todos los que se encuentran cerca y no solo causa pérdida de audición producida por el ruido, sino que enmascara otros sonidos que son importantes para la comunicación y la seguridad. Los martillos neumáticos, muchas herramientas de mano y la maquinaria de movimiento de tierras y otras grandes máquinas móviles también someten a los trabajadores a vibraciones en todo el cuerpo o en una parte del mismo.

Los riesgos derivados del calor o del frío surgen, en primer lugar, porque gran parte del trabajo de construcción se desarrolla a la intemperie, que es el

principal origen de este tipo de riesgos. Los techadores están expuestos al sol, a menudo sin ninguna protección, y muchas veces han de calentar recipientes de alquitrán, recibiendo, por ello, fuertes cargas de calor por radiación y por convección que se añaden al calor metabólico producido por el esfuerzo físico.

Albañiles. Dermatitis del cemento, posturas inadecuadas, cargas pesadas

Electricistas. Metales pesados de los humos de la soldadura, posturas inadecuadas, cargas pesadas, polvo de amianto

Pintores. Emanaciones de disolventes, metales tóxicos de los pigmentos, aditivos de la pintura

Pulidores de hormigón y terrazo. Posturas inadecuadas

Cristaleros. Posturas inadecuadas

Colocadores de aislamientos. Amianto, fibras sintéticas, posturas inadecuadas

Operadores de maquinaria de colocación de vías férreas. Polvo de sílice, calor

Techadores. Alquitrán, calor, trabajo en altura

Colocadores de conductos de acero. Posturas inadecuadas, cargas pesadas, ruido

Montadores de estructuras metálicas. Posturas inadecuadas, cargas pesadas, trabajo en altura

Soldadores. Emanaciones de la soldadura

Barreneros, en tierra, en roca. Polvo de sílice, vibraciones en todo el cuerpo, ruido

Trabajadores de demoliciones. Amianto, plomo, polvo, ruido

2.2.1.3. Riesgos biológicos

Los riesgos biológicos se presentan por exposición a microorganismos infecciosos, a sustancias tóxicas de origen biológico o por ataques de animales. Por ejemplo, los trabajadores en excavaciones pueden desarrollar histoplasmosis, que es una infección pulmonar causada por un hongo que se encuentra comúnmente en el terreno. Dado que el cambio de composición de

la mano de obra en cualquier proyecto es constante, los trabajadores individuales puede entrar en contacto con otros y, de resultas de ello, pueden contraer enfermedades contagiosas gripe o tuberculosis.

Las sustancias tóxicas de origen vegetal provienen de la hiedra venenosa, arbustos venenosos, zumaque y ortigas venenosas, que causan sarpullidos en la piel. El aserrín de algunas maderas puede producir cáncer, y existen otras (p. Ej., la del cedro rojo occidental) que causan alergias.

2.2.1.4. Riesgos sociales

Los riesgos sociales provienen de la organización social del sector. La ocupación es intermitente y cambia constantemente, y el control sobre muchos aspectos del empleo es limitado, ya que la actividad de la construcción depende de muchos factores sobre los cuales los trabajadores no tienen control, tales como el estado de la economía o el clima.

2.2.2. Evaluación de la exposición

Para evaluar la exposición, tanto primaria como pasiva, se requiere conocer las tareas que se realizan y la composición de los ingredientes y de los subproductos asociados con cada trabajo o tarea.

2.2.3. Control de los riesgos laborales

La medición y evaluación de la exposición a los riesgos laborales requiere tener en cuenta el modo peculiar en que se produce la exposición de estos trabajadores. Las mediciones y los límites de exposición en la higiene industrial convencional se basan en promedios de jornadas de 8 horas.

Una tarea es una actividad limitada, como la soldadura, el lijado de yeso, la pintura, la instalación de fontanería, etc. Si las exposiciones se caracterizan por tareas, deberá ser posible desarrollar un perfil de

exposición para un trabajador individual con conocimiento de las tareas que realicen o que se realicen tan próximas a él que puedan provocar una exposición. A medida que aumenta el conocimiento de la exposición basada en las tareas, es posible desarrollar controles basados en las mismas.

La exposición varía con la concentración del riesgo y la frecuencia y duración de la tarea. Como enfoque general del control de riesgos, es posible reducir la exposición reduciendo la concentración o la duración o frecuencia de la tarea. Dado que la exposición en la construcción es intermitente de por sí, los controles administrativos que se basan en reducir la frecuencia o la duración de la exposición son menos prácticos que en otras industrias.

2.2.4. Equipo de protección individual (EPI)

El EPI debe utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido eliminarse o controlarse convenientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización de trabajo.

En tal sentido:

- Debe responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Debe tener en cuenta las condiciones anatómicas, fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Debe adecuarse al portador tras los ajustes necesarios.
- En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, estos deben ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

El EPI debe cumplir con las Normas Técnicas Peruanas de INDECOPI o a falta de estas, con normas técnicas internacionalmente aceptadas. El EPI debe estar certificado por un organismo acreditado.

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección y cuando proceda, el reemplazo de los componentes deteriorados del EPI, debe efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El EPI estará destinado, en principio, a uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.

Ropa de trabajo

El objetivo del tipo de ropa de trabajo es el de señalar visualmente la presencia del usuario, bien durante el día o bien bajo la luz de los faros de un automóvil en la oscuridad.

Casco de seguridad

Tiene el propósito de proteger contra impacto y descarga eléctrica, en caso se realicen trabajos con elementos energizados, en ambientes con riesgo eléctrico o la combinación de ambas.

Clases de Casco:

- Casco de Clase A (General): Trabajos industriales en general. Protección de tensión eléctrica hasta 2200 V, C.A. 60 HZ.
- Casco de Clase B (Eléctrica): Trabajos industriales en general, con grado de protección igual al de la clase A. Protección para tensión eléctrica hasta 20000 V, C.A. 60 HZ.

El casco debe indicar moldeado en alto relieve y en lugar visible interior: la fecha de fabricación (año y mes), marca o logotipo del fabricante, clase y forma (protección que ofrece).

Todo casco de protección para la cabeza debe estar constituido por un casquete de protección, un medio de absorción de energía dentro de este, medios para permitir la ventilación y transpiración necesaria durante el uso del casco, un sistema de ajuste y un sistema para la adaptabilidad de accesorios

Calzado de seguridad

Botines de cuero de suela antideslizable, con puntera de acero contra riesgos mecánicos, botas de jebe con puntera de acero cuando se realicen trabajos en presencia de agua o soluciones químicas, botines dieléctricos sin puntera de acero o con puntera reforzada (polímero 100% puro) cuando se realicen trabajos con elementos energizados o en ambientes donde exista riesgo eléctrico.

Protectores de oídos

Deberán utilizarse protectores auditivos (tapones de oídos o auriculares) en zonas donde se identifique que el nivel del ruido excede a los límites permisibles.

Protectores visuales

• Gafas de seguridad

Estas deben tener guardas laterales, superiores e inferiores, de manera que protejan contra impactos de baja energía y temperaturas extremas. En caso de usar anteojos de medida, las gafas de protección deben ser adecuadas para colocarse sobre los lentes en forma segura y cómoda.

Protección respiratoria

Se deberá usar protección respiratoria cuando exista presencia de partículas de polvo, gases, vapores irritantes o tóxicos.

No se permite el uso de respiradores en espacios confinados por posible deficiencia de oxígeno o atmósfera contaminada. Se debe utilizar línea de aire o equipos de respiración autocontenida.

• **Protección frente al polvo**

Debe emplearse mascarillas antipolvo en los lugares de trabajo donde la atmósfera esté cargada de polvo. Constará de una mascarilla, equipada con un dispositivo filtrante que retenga las partículas de polvo.

La utilización de la misma mascarilla estará limitada a la vida útil de ésta, hasta la colmatación de los poros que la integran. Se repondrá la mascarilla cuando el ritmo normal de respiración sea imposible de mantener

Guantes de seguridad

Deberá usarse la clase de guante de acuerdo a la naturaleza del trabajo además de confortables, de buen material y forma, y eficaces.

Por otro lado, al tratarse de las partículas de suspensión emitidas de parte de los materiales de construcción, vemos a través de esta tabla

Tabla 5

Prevención para contrarrestar los riesgos de las partículas

Partículas contaminantes	Inmediatamente peligrosas para la vida y la salud	Aparato respirador de autocontenido. Máscara con soplador. Purificador de aire, respirador con protección facial completa con filtro apropiado. Respirador con boquilla para auto rescate (sólo para escapes). Combinación de respirador con línea de aire con equipo auxiliar de suministro de aire auto-contenido o un receptor de almacenaje de aire con alarma
Partículas contaminantes	No inmediatamente peligroso para la vida y la salud.	Purificador de aire, respirador con boquilla o máscara para media cara con filtro o cartucho. Respirador de línea de aire. Respirador con línea de aire para abrasivos y explosiones. Máscara sin soplador.

Fuente: Rodríguez Fierro, Ernesto (2000). Seguridad de Trabajo. Minerva. Lima.

2.2.5. Toxicología

La toxicología considera tóxico a todo compuesto que produce un efecto adverso sobre la salud. Ahora bien, con esa definición todo compuesto es tóxico, lo cual es cierto, pues como estableció en su momento Paracelso, la toxicidad es función de la dosis: sustancias inocuas o incluso beneficiosas para la salud, que nadie llamaría tóxicos, como el agua o el hierro, se convierten en tóxicas a muy altas dosis, generando la primera un desequilibrio electrolítico, por lavado de sales básicas para nuestro organismo, mientras que el exceso de hierro produce la enfermedad denominada hemocromatosis. Así que en la práctica se suelen llamar tóxicas a las sustancias que lo son incluso en dosis bajas. En general llamamos venenos a las sustancias que son tóxicas con carácter letal en dosis muy bajas.

Los materiales de construcción como la emisión del polvo desprendido de la arena, el cemento; por ejemplo, traen este tipo de toxicología. En el caso de la piel, el polvo puede causar irritación por abrasión mecánica. Este producto no se considera peligroso para la piel.

Ojos: El contacto directo con los ojos causa irritación temporaria por abrasión mecánica. La inhalación repetida o prolongada de sílice respirable (cuarzo) causa silicosis, fibrosis (formación de tejido cicatricial) de los pulmones. La silicosis es irreversible y puede ser fatal. La silicosis aumenta el riesgo de contraer tuberculosis. Algunos estudios muestran que la inhalación repetida de sílice cristalina respirable causa otros efectos negativos en la salud, como el cáncer de pulmón y de los riñones

A esto agregamos, en las vías de acceso al organismo humano de las sustancias nocivas son diversas; pero las más importantes, atendiendo a los intereses de la Higiene del Trabajo, son la respiratoria, la cutánea y la digestiva. La inhalación es la vía fundamental desde el punto de vista

higiénico ambiental por razones múltiples, sintetizadas estas de la forma siguiente:

- Por el estado físico de los agentes químicos más comunes dispersos en el aire del ambiente laboral.
- Por el contacto permanente que mantiene el sistema respiratorio con el ambiente exterior, realizando su función vital: la respiración en el organismo en reposo el flujo ventilatorio pulmonar es de 5 a 6 L/min alcanza hasta 30 L/min en dependencia de la actividad y el esfuerzo físico.
- Por la extensa área de contacto que representa el aparato respiratorio en su conjunto (alrededor de 90 m²) y específicamente donde se produce el proceso de respiración, es decir, el intercambio de gases entre el torrente sanguíneo y el medio externo; esta última zona es la de mayor efectividad de absorción de las sustancias químicas, siendo la superficie total de la membrana interfásica pulmonar del orden de 70 m² (superficie total de la membrana que cubre los alvéolos pulmonares).
- Por su permeabilidad y riqueza en vascularización, lo que permite generalmente una rápida y eficiente absorción.
- Por la factibilidad que el contaminante alcance centros vitales del organismo sin pasar obligatoriamente por el sistema hepático. El tejido cutáneo, por su parte, incluye, además de la piel, el conjunto de membranas mucosas y semimucosas tales como los labios, los ojos, canal auditivo externo, mucosa gingival y bucal, etc.

La piel, en particular, es una superficie de contacto permeable a un gran número de sustancias químicas, especialmente aquellas que tienen acentuado carácter hidro o liposoluble y que logran difundir al interior del organismo a través de los folículos pilosebáceos.

La vía cutánea, representada por un área cercana a 1,80 m² y espesor que fluctúa entre 0,15 mm en los párpados y 1,4 mm en las plantas de los pies; también es importante cuando las sustancias nocivas pueden penetrar a

través de la piel dañada o accidentalmente; por ejemplo, en instalaciones hospitalarias la inoculación involuntaria de agentes patógenos tales como los virus de la hepatitis y el SIDA, producto de la manipulación inadecuada de jeringuillas y agujas hipodérmicas contaminadas.

A través del tubo digestivo también pueden penetrar las sustancias nocivas, pero en la generalidad de los casos los coeficientes de absorción correspondientes son mucho menores que en los pulmones o la piel. Además, esta vía de entrada es poco frecuente en el medio laboral y solo merece importancia realmente cuando no se observan adecuadamente los hábitos higiénicos elementales en el trabajo diario, como por ejemplo, al ingerir alimentos o fumar en las áreas contaminadas.

2.2.6. Enfermedades ocupacionales relacionadas con el sector de la construcción

Tabla 6

Peligros comunes de polvo en la industria de la construcción

Material	Lugar en donde se encuentra	Efectos en la salud
Asbesto	Materiales de aislamiento inyectados antes de 1973 <ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento de tuberías y calderas • Tuberías de cemento de asbesto • Baldosas de pisos • Empaquetaduras o juntas 	Mesotelioma (tumor que se desarrolla a partir del tejido mesotelial) <ul style="list-style-type: none"> • Cáncer de pulmón • Asbestosis (lesión en los tejidos pulmonares)
Fibra mineral artificial (lana mineral, lana de vidrio, fibra de cerámica, lana de desecho)	Rociado de materiales refractarios <ul style="list-style-type: none"> • Materiales de aislamiento 	Irritación de la piel <ul style="list-style-type: none"> • Irritación de la nariz y garganta • Puede causar cáncer de pulmón
Sílice	Trituración y procesamiento de agregados <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza con chorro de arena • Trabajos de albañilería • Corte y fragmentación de concreto 	Silicosis (cicatriz o lesión en los tejidos pulmonares, dificultad en la respiración)
Polvo de madera	Trabajos de carpintería	Irritación nasal <ul style="list-style-type: none"> • Asma con ciertas maderas como el roble y el cedro rojo occidental. • Está relacionado al cáncer de la nariz en fabricantes de muebles

Fuente: Rodríguez Fierro, Ernesto (2000). Seguridad de Trabajo. Minerva. Lima.

Tabla 7

ALGUNOS TIPOS DE NEUMOCONIOSIS, SEGÚN LA NATURALEZA DEL POLVO Y LA REACCIÓN PULMONAR

Polvo inorgánico	Tipo de afección	Reacción pulmonar
Asbestos	Asbestosis	Fibrosis
Silice (Cuarzo)	Silicosis	Fibrosis
Carbón	Neumoconiosis por carbón	Fibrosis
Berilio	Enfermedad de berilio	Fibrosis
Carburo de tungsteno	Enfermedad de metales duros	Fibrosis
Hierro Estaño	Siderosis	Ausencia de fibrosis
Bario	Enfermedad de polvo de estaño Baritosis	Ausencia de fibrosis Ausencia de fibrosis
Polvo orgánico	Tipo de afección	Reacción pulmonar
Heno, paja con moho y granos	Enfermedad del agricultor Enfermedad del criador de aves	Fibrosis Fibrosis
Excremento y pluma	Bagazosis	Fibrosis
Caña de azúcar con moho	Pulmón del cultivador de setas	Ausencia de fibrosis
Polvo de abono compuesto	comestibles	Ausencia de fibrosis
Polvo o niebla	Fiebre del humidificador	Ausencia de fibrosis
Polvo de lodo tratado con calor	Producida por el lodo de alcantarillas	Ausencia de fibrosis Ausencia de fibrosis
Polvo con moho	Pulmón del lavador de quesos	
Polvo de caspa, partículas del cabello y orina seca de ratas	Pulmón del personal que manipula animales	

Fuente: Rodríguez Fierro, Ernesto (2000). Seguridad de Trabajo. Minerva. Lima.

De otro lado, el tamizaje de la salud ocupacional, según las recomendaciones de la Organización Mundial de Salud (OMS); indica que es preciso adoptar medidas para reducir al mínimo las diferencias que existen entre los diversos grupos de trabajadores en lo que respecta a los niveles de riesgo y el estado de salud.

Deberá prestarse particular atención a los sectores económicos de alto riesgo y a los sectores desatendidos y vulnerables de la población activa, por ejemplo los trabajadores jóvenes y los de edad avanzada, las personas

con discapacidades y los trabajadores migrantes, teniendo en cuenta aspectos de equiparación entre los sexos. Asimismo, se deberán establecer programas concretos en materia de seguridad y salud en el trabajo para el personal sanitario.

Por otro lado, el creciente sector no estructurado de la economía se ha asociado con frecuencia a condiciones de trabajo peligrosas; sobre todo a grupos vulnerables tales como niños, mujeres embarazadas, personas mayores y trabajadores migrantes

Las enfermedades relacionadas al trabajo están causadas por la exposición a agentes químicos, biológicos y a riesgos físicos en los lugares de trabajo. Aunque su frecuencia quizá sea menor que la de otras grandes afecciones incapacitantes; está probado que afectan a un número considerable de personas, sobre todo en los países en rápido proceso de industrialización.

En muchos casos, las enfermedades relacionadas al trabajo son graves e incapacitantes; pero dos circunstancias permiten prevenirlas con facilidad: en primer lugar, sus agentes causales pueden identificarse, medirse y controlarse; en segundo lugar, las poblaciones expuestas suelen ser de fácil acceso, se vigilan y tratan con regularidad. Además, las alteraciones iniciales son con frecuencia reversibles si se tratan con prontitud; de ahí la gran importancia de la detección precoz de toda enfermedad relacionada al trabajo

Los factores de riesgos para la salud de los trabajadores son el conjunto de propiedades que caracterizan la situación de trabajo, y afectan la salud del trabajador.

Estos factores de riesgos son:

- Sustancias químicas (humo, polvo, vapores, gases y nieblas).

- Físicos (ruidos, radiaciones, vibraciones, termohigrometriacas).
- Biológicos (VIH, TB, malaria, leishmania).
- Ergonómicos (como ejercer una fuerza excesiva, trabajar en posturas incómodas, realizar tareas repetitivas, levantar elementos muy pesados).
- Mecánicos (como los riesgos asociados con las máquinas: puntos de entrada a sistemas de rodillos o cilindros, grúas o vehículos elevadores de horquilla).
- Asociados con la energía (como los riesgos de los sistemas eléctricos o las caídas de lugares elevados).
- Asociados con la conducción de vehículos (como conducir en tormentas de nieve o de lluvia o conducir vehículos mal mantenidos o con los que el conductor no está familiarizado).
- Factores de riesgo psicosociales del trabajo

2.2.7. La eficiencia y deficiencia en la construcción de edificaciones

2.2.7.1. Eficiencia

Una construcción eficiente es un sistema constructivo que promueve alteraciones conscientes en el entorno, forma de atender las necesidades de habitación y uso de espacios del hombre moderno, preservando el medioambiente y los recursos naturales, garantizando calidad de vida para las generaciones actuales y futuras:

- Gestión sustentable de la implantación de la obra.
- Consumir mínima cantidad de energía y agua en la implantación de la obra y a lo largo de su vida útil.
- Uso de materias primas eco eficientes.
- Generar mínimo de residuos y contaminación durante su vida útil y futura demolición
- Utilizar mínimo de terreno e integrarse al ambiente natural.

- No provocar o reducir impactos en el entorno, paisaje, temperaturas y concentración de calor, sensación de bienestar.
- Adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios.
- Crear un ambiente interior saludable.
- Proporcionar salud y bienestar a los usuarios.

La construcción civil es el segmento que más consume materias primas y recursos naturales en el planeta. La construcción eficiente tiene, por lo tanto, papel fundamental para el desarrollo e incentivo a la industria de productos e insumos ambientalmente correctos, los cuales serán absorbidos por la propia obra, repercutiendo positivamente en toda la sociedad cuánto a la preservación de los recursos naturales.

Los defectos de construcción usualmente incluyen cualquier deficiencia en el funcionamiento de diseño, planeamiento, supervisión, inspección, construcción, o la observación de cualquier construcción de una nueva vivienda o edificio, donde existe problema para construir en una manera razonable y la estructura no funciona de la manera que razonablemente debía o que el comprador pensaba iba a funcionar. Algunos de los defectos más costosos incluyen:

- Integridad estructural - concreto, división, albañilería, carpintería, y cimientos inestables
- Tierras de gran extensión
- Mecánicos
- Eléctricos
- Agua (resultado de moho tóxico)
- Protección térmica y protección de humedad
- Puertas, ventanas y vidrio
- Acabados

Generalmente, los defectos de construcción están en una de las siguientes cuatro categorías: deficiencias de diseño, deficiencias de materiales, deficiencias de construcción, y deficiencias de los cimientos.

2.2.7.2. Deficiencias de diseño

Los arquitectos o ingenieros profesionales, diseñan y planean edificios y viviendas que no siempre se apegan a las especificaciones necesarias lo que resulta en defectos o deficiencias. Típicamente los defectos de diseño o deficiencias de diseño se relacionan con violaciones a las especificaciones en los códigos o regulaciones. Los techos, azoteas o tejados son un ejemplo claro de un defecto de diseño y generalmente resultan en la penetración de agua, drenaje poco eficiente e inadecuado soporte estructural.

2.2.7.3. Deficiencias de materiales

El uso de materiales para el interior de un edificio puede causar problemas significativos si existe deficiencia en los mismos.

2.2.7.4. Deficiencias de construcción

La calidad deficiente de un trabajador puede resultar en una lista larga de defectos. Un ejemplo típico es la filtración de agua a través de la estructura del edificio que puede crear y resultar en moho y el crecimiento del mismo. Otros problemas incluyen grietas en las paredes y en los techos, problemas en la madera, problemas eléctricos y mecánicos, goteras en las tuberías, problemas de plomería y hasta infestación de animales.

2.2.7.5. Deficiencias de los cimientos

Las condiciones de expansión de tierra, son condiciones típicas del distrito de Cayma, así como de otras partes del país. Muchas casas son construidas en cuevas o montañas u otras áreas donde es difícil proveer

un cimiento estable. Cuando no existe un cimiento estable los resultados son deficiencias en los pisos del edificio y otros problemas.

2.2.8. Eficacia en los materiales de construcción

En el término eficacia, se encuentra comprendido el efecto que se desea obtener. Hasta el día de hoy, el cemento se ha convertido en un elemento efectivo para mantener la solidez de las construcciones; sin embargo, pese a su eficiencia y eficacia en las construcciones, contribuye en forma negativa en la salubridad, especialmente en el personal que trabaja en este sector. Además ellos no toman las precauciones de seguridad e higiene; pues en el momento que mezclan los materiales de construcción, inhalan material particulado emitido por el cemento, arena, etc.

2.3. Marco conceptual

Desarrollo sostenible

Desarrollo sostenible fue acoplado inicialmente en el informe Bruntland denominado Nuestro Futuro Común publicado en 1987, bajo el ideal de que fuera “el que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables, en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”. Con base en ello, se ha buscado concientizar al ser humano a involucrarse de una manera responsable frente a su entorno ambiental.

Consumo sostenible

El consumo tiene una connotación similar y paralela a la de desarrollo; el desarrollo moderno está sujeto a la economía capitalista, la cual a su vez se entiende como aquella que controla los medios para producir la riqueza económica, entre los cuales hace parte inconfundiblemente la industria y las estrategias de mercado, lo cual tiene

ventajas en el aprovechamiento de la obtención de recursos y materias, en la transformación y en la consolidación de los productos del mercado.

Consumo energético

La energía es una magnitud escalar que indica la cantidad necesaria de fuerza para realizar un trabajo. En el caso del consumo de bienes, los procesos que se llevan con anterioridad a la materialización de un elemento útil para ser consumido conllevan entre sí una serie de procesos, actividades y trabajos que para poder ser realizados necesitan de algunas fuentes de energía

Ecoeficiencia y Ecología Industrial

En el sentido de la industria de producción, donde se aplican procesos energéticos, también han nacido propuestas emergentes al modelo de desarrollo moderno, como lo es la Ecoeficiencia, la Eficiencia Energética y la Ecología Industrial.

Construcción sostenible

Una definición la presenta el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible: “Es la práctica de planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos integrales de construcción que generen un impacto positivo para el ambiente, los usuarios y la comunidad

Abrasión

Proceso de profundo desgaste o de destrucción, producido en la superficie terrestre al arrancarle porciones de materia los agentes externos.

Abrasión eólica

Erosión del suelo por el viento que arrastra polvo o arena, se observa en nuestras montañas más elevadas en época de sequías moderadas y fuertes.

Accidente ambiental

Evento o circunstancia de origen natural o antropogénico que afecte directa o indirectamente el medio ambiente. Como para el resto de los accidentes, la dificultad de su definición radica en establecer a partir de qué escala de afectación del medio puede considerarse un accidente ambiental; fundamentalmente para la correcta aplicación de normativas al respecto.

Adaptaciones y mejoras

Desarrollos tendientes a adecuar tecnologías e introducir perfeccionamientos. Usualmente presentan pocos rasgos de originalidad y novedad

Aditivos

Sustancias que son agregados a un producto cualesquiera considerados como materia primordial y que inciden sobre alguna de sus características físico-químicas. Desde el punto de vista ambiental, en algunos casos, el aditivo agregado a un producto suele ser más perjudicial que el producto mismo.

Agente mutagénico

Compuesto químico que produce mutaciones en la descendencia de los organismos vivos. Una mutación es un cambio en la estructura del material genético de un organismo; aunque existen mutaciones ventajosas, la mayoría son dañinas o neutras. Con frecuencia, los agentes mutagénicos son cancerígenos. Un ejemplo común es la acción del diclorvos; otro es la radiación ionizada.

Agentes nocivos

Sustancias que liberados en el medio ambiente en concentraciones inadecuadas, significan un peligro para la vida.

Anaerobio

Proceso bioquímico o condición ambiental que sucede en ausencia del oxígeno.

Análisis

Examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

Análisis ambiental

Proceso que conduce al conocimiento de impactos ambientales y ecológicos y evalúan sus consecuencias, antes de la implementación de las actividades.

Amenaza geológica

Procesos o fenómenos naturales terrestres, que puedan causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

La amenaza geológica incluye procesos terrestres internos (endógenos) o de origen tectónico, tales como terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas; así como procesos externos (exógenos) tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias. Las amenazas geológicas pueden ser de naturaleza simple, secuencial o combinada en su origen y efectos.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Tipo de estudio La presente investigación constituye una investigación no experimental. Hernández (2014, p.149): “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

El tipo de estudio es descriptivo porque no se pretende manipular las variables, tan solo describirlos con un corte transversal

3.2. Definición operacional

3.2.1. Definición de la variable independiente

Salubridad es entendida cuando la persona presenta cuadros de perfectas condiciones en sus aspectos físicos, psíquicos que puede desenvolverse en cualquier actividad socioeconómica. En el caso de las personas que están relacionadas con la actividad del sector de construcción; necesariamente deben ser sometidas a un análisis de inducción clínica, si están aptos para la realización de dichas labores o que presentan alguna

anomalía de alguna enfermedad a causa de los efectos de los materiales de construcción, en especial del cemento.

3.2.2. Definición de la variable dependiente

Los llamados materiales de construcción engloban a aquellos materiales que entran a formar parte de los distintos tipos de obras arquitectónicas o de ingeniería, cualquiera que sea su naturaleza, composición o forma. Los materiales de construcción abarcan un gran número y de orígenes muy diversos, pudiéndose clasificar para su estudio en base a diferentes criterios; siendo los más habituales su función en la obra, intervención y origen

3.3. Población y muestra de la investigación

3.3.1. Población de la investigación

La población estuvo constituida por un total de 16 020 obreros que se encuentran inscritos en el Registro Nacional de Trabajadores de Construcción Civil (RETCC), según el informe del Director General del Ministerio de Trabajo. Trabajadores que han asumido diversos cargos: capataces, oficiales y ayudantes dedicados a la construcción de las viviendas

La población que es objeto de estudio presenta algunas particularidades que se diferencian del resto de las personas. En primer lugar, quienes se dedican a esta actividad económica, que es el sector de la construcción, requiere condiciones especiales: gozar de una buena salud, contar con un certificado de medicina ocupacional (la finalidad es que tenga un diagnóstico clínico) y que está apto para este tipo de trabajo.

Así mismo, quienes están dedicados a este rubro, se dividen en dos grupos: los formales e informales, los primeros se encuentran inscritos en una empresa y los segundos se encuentran en estado de informalidad.

3.3.2. Muestra de la investigación

La muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población (Tamayo, 1997).

Teniendo en cuenta las definiciones de los autores, el objetivo de la investigación y el tamaño de la población, se ve por conveniente trabajar con una muestra probabilística, tomando en cuenta en toda la población de los trabajadores que desarrollan sus actividades operativas en el sector de la construcción.

Por el cual se desarrolló el siguiente proceso:

Para determinar nuestra muestra se empleó la fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra que se desea conocer.

N = tamaño de la población 16 020.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual).

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Reemplazo:

$$n = \frac{(16.020) (0.5)^2 (1.96)^2}{(0.05) (16.020-1) + (0.5)^2 (1.96)^2}$$

$$n = \frac{15.385608}{0.03606302}$$

Respuesta: 426.63 redondeado a 427 trabajadores del sector de construcción

3.4. Método y diseño de la investigación

3.4.1. Método de la investigación

En la presente investigación, se utilizó el Método cuantitativo, no experimental, hipotético deductivo; a decir de Hernández S., Fernández C. y Baptista L. (2014).

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Además, el mismo Kerlinger y Lee (2002) enfatiza: “La aplicación del método científico al estudio de problemas pedagógicos da como resultado a la investigación educativa”.

En el caso de la salubridad, se aplicó un cuestionario a los propietarios que están en proceso de construcción de un determinado inmueble

3.4.2. Diseño de la investigación

Esta investigación es no experimental, sino de tipo descriptivo y de corte transversal. Es descriptivo porque el objetivo es examinar y describir las variables del desarrollo sostenible frente al uso de materiales de construcción que afectan en forma sistemática el medio ambiente.

Se define diseño al esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio. Por lo general, se representa en un esquema matemático donde la simbolización sintetiza las relaciones de las variables y cómo van a ser medidas a través de los estadígrafos o de los modelos matemáticos.

El diseño de estudio transeccional - transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (Hernández, et al. 2014, p.151).

El siguiente diagrama presenta la estructura del diseño correlacional:



Donde:

M = Muestra

O1 = Variable N° 1

r = Relación de las variables de estudio.

O2 = Variable N° 2

3.4.3. Técnica e instrumento de verificación

Técnicas

Observación directa

Observación documental

Instrumentos

Cuestionario

Análisis de los resultados a través de las fichas de análisis químico

3.4.4. Verificación de campo

Ámbito geográfico

Se desarrollara la investigación en el distrito de Cayma

Ámbito social

Está dirigido a los trabajadores del sector de la construcción que trabajan en forma diaria.

CAPÍTULO IV

DISEÑO E INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Generalidades

Debido al desarrollo de las actividades del sector de la construcción en diferentes puntos de la ciudad de Arequipa, en el cual se percibe la construcción de complejos habitacionales, variedad de viviendas y otros; casi la mayoría de los propietarios o quienes están encargados de esta labor, no ha llevado a cabo un estudio de impacto ambiental referente a los efectos de los materiales de construcción, pese a que cuenta con normas de ISO bien específicas como E-60, E-70

La fase de producción o fabricación de los materiales de construcción representa en su ciclo de vida con abundantes repercusiones medioambientales. Lo cierto es que en el proceso de producción o fabricación de los materiales de construcción, los problemas ambientales derivan de dos factores: la gran cantidad de materiales pulverulentos que se emplean y al gran consumo de energía necesario para alcanzar el producto adecuado. Los efectos medioambientales de los procesos de fabricación de materiales se traducen; pues en emisiones a la atmósfera de CO₂, polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertidos líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.

La fase de empleo o uso racional de los materiales incide en el medio ambiente, en general; en particular, en la salud. Los contaminantes y toxinas más habituales en ambientes interiores y sus efectos biológicos - inherentes a los materiales de construcción en procesos de combustión y a determinados productos de uso y consumo van desde gases como ozono y radón, monóxido de carbono; hasta compuestos orgánicos volátiles como órganos clorados (PVC).

Por último, la fase final del ciclo de vida de los materiales de construcción coincide con su tratamiento como residuo. Estos residuos proceden, en su mayor parte, de derribos de edificios o de rechazos de materiales de construcción de obras de nueva planta o de reformas. Se conocen habitualmente como escombros, la gran mayoría no son contaminantes; sin embargo, algunos residuos con proporciones de amianto, fibras minerales o disolventes y aditivos de hormigón pueden ser perjudiciales para la salud. La mayor parte de estos residuos se trasladan a vertederos que, si bien en un principio no contaminan, sí producen un gran impacto visual y paisajístico, amén del despilfarro de materias primas que impiden su reciclado.

4.2. Diseño del sistema de experimentación

Se analizaron los constitutivos materiales de construcción utilizados en las empresas productoras de concreto premezclado, y otros. Los cuales se les realizaron ciertos ensayos, también estandarizados por normas internacionales para analizar la cantidad de agentes químicos y físicos que pueden dañar una estructura de concreto desde su fabricación.

Se tomaron las muestras a cada constitutivo y se llevaron al laboratorio del ISCYC (en el caso de los agregados) y a La Geo (en el caso del agua). Se le realizaron prácticas para determinar ciertas características dañinas

para el concreto y que son necesarias conocerlas para evitar un deterioro prematuro de la estructura del concreto.

Con los resultados de los diferentes análisis a los constitutivos y a las muestras extraídas del objeto de muestra se pudo determinar la calidad de los agregados utilizados para la elaboración del concreto en nuestro país y la influencia de esta para obtener un concreto más durable; por lo tanto, estructuras con una mayor vida útil.

Con estos ensayos realizados a los constitutivos, se determina la importancia de un control de calidad sobre el concreto en estado fresco, y se detallan una serie de pruebas que son fundamentales para comprobar y asegurar la calidad de un constitutivo, de esta manera se mencionan las propiedades más importantes a controlar y las recomendaciones frente a un ataque de agentes así como las acciones a seguir para mejorar la durabilidad.

4.2.1. Instrumentos y Técnicas

Técnicas

Se utilizaron para el desarrollo de esta investigación:

La observación directa

La encuesta dirigida a los trabajadores de construcción

Análisis del cálculo a las partículas suspendidas de los materiales de construcción; en especial, del cemento en base a la información confiable

Fotografías que son las evidencias

Instrumentos

Una ficha de observación directa.

Cuestionario constituido de preguntas cerradas dirigidas a los trabajadores

Cámara fotográfica

Procedimiento

Para llevar a cabo la presente investigación, se desarrolló la observación directa de la manera cómo trabajaba el personal de construcción, en diversos puntos de la construcción en el distrito de Cayma. Se aplicó una encuesta con preguntas cerradas, de la misma forma se llevó a cabo el estudio de las partículas suspendidas que contienen los diferentes materiales empleados en la construcción que en cierta manera se trata de polvos tóxicos que dañan la salud de las personas a corto y mediano plazo

4.2.2. Ubicación del lugar para el área de experimentación

La población de estudio estuvo constituida por las construcciones llevadas a cabo en el distrito de Cayma. Las construcciones de materiales de concreto tienen características comunes; en su mayoría son edificaciones de 2 a 3 niveles con un sistema estructural aporricado, tradicional de edificios educacionales, con columnas y vigas rectangulares.

La selección de la muestra se realizó empleando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia y está constituida por los edificios de dos y tres niveles.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Generalidades

La importancia de llevar a cabo el estudio de los efectos de los materiales de construcción en la salubridad; en especial del personal que trabaja en forma diaria con el manejo de estas sustancias participadas, tienen un profundo desconocimiento acerca del estudio del impacto ambiental.

Se procedió efectuar algunos estudios que nos permitieron tener conocimiento acerca de los efectos nocivos que provocan los materiales de construcción; especialmente en el caso de la producción del cemento, porque es el principal elemento en la construcción. Nos remitimos a la consulta del Estudio de impacto ambiental (EIA) de la empresa Cemento YURA S.A. (Ampliación de Capacidad Productiva), elaborado por Ecolab S.R.L., empresa inscrita en el Registro de Consultores del produce

5.2. Presentación de resultados

Tabla 8
Resultados de los efectos de los materiales de construcción nocivos

Coste energético por kg de materia			Emisión CO2 por Kg de materia	
Material	Mj	KWh	Material	Kg
Resinas	110.00	31.235	Resinas	17.000
Asfaltos	55.789	15.753	Asfaltos	9.321
Acero	35.789	9.578	Acero	2.987
Pintura	24.000	5.986	Pintura	3.678
Diesel	10.000	2.431	Diesel	0.07
Cal	4.500	3,541	Cal	0.456
Cerámica	3.800	2.431	Cerámica	0.214
Madera	2.000	1.897	Madera	0.342
Aridos	0.1200	0.076	Aridos	0.006
Agua	0.0076	0.056	Agua	0.045
Fibra natural	Neutro	0.006	Fibra natural	Nutro

Fuente: Elaboración propia

Comparando las características de cada material empleado en la construcción de las viviendas del distrito de Cayma, con las enlistadas en la base de datos, seleccionamos aquellos materiales básicos que guardaran características, tanto en sus materias primas como procesos de producción, lo más similares posibles a los materiales que nos interesan, para establecer los impactos ambientales asociados a la construcción de las viviendas referidas.

Además, se ha considerado la energía requerida para transportar los materiales empleados desde las fábricas hasta el sitio de construcción; así como las cantidades en kilogramos de CO2 emitidas en este proceso

Encuestas aplicadas a los trabajadores de construcción

1.- ¿Cuál es el tiempo de labor en el sector de construcción?

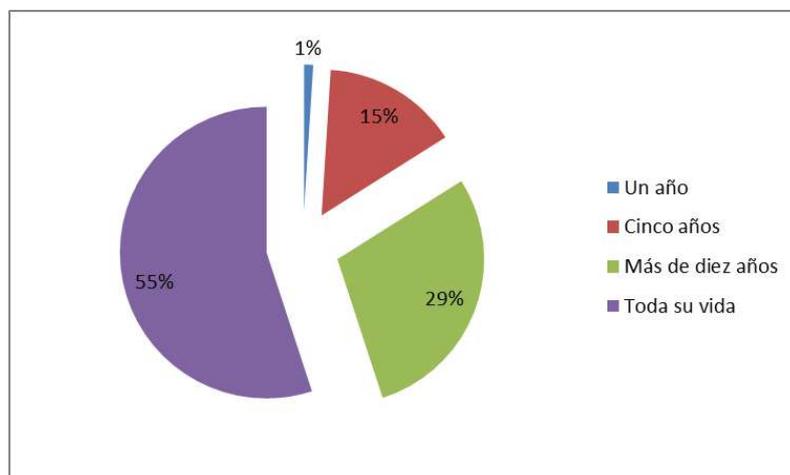
Tabla 9

Tiempo de labor en el sector de construcción

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Un año	3	1%
Cinco años	66	15%
Más de diez años	125	29%
Toda su vida	233	55%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1



Fuente: Elaboración propia.

En el presente gráfico, se observa que la mayor parte del personal de construcción encuestada, 55% respondieron que laboraban en la construcción de viviendas; mientras que el 1% se dedicaron un año al rubro de la construcción.

Es importante tener conocimiento acerca de las personas que están ligadas en el sector de la construcción.

2.- ¿Sabe usted que los materiales de construcción causan problemas de salud?

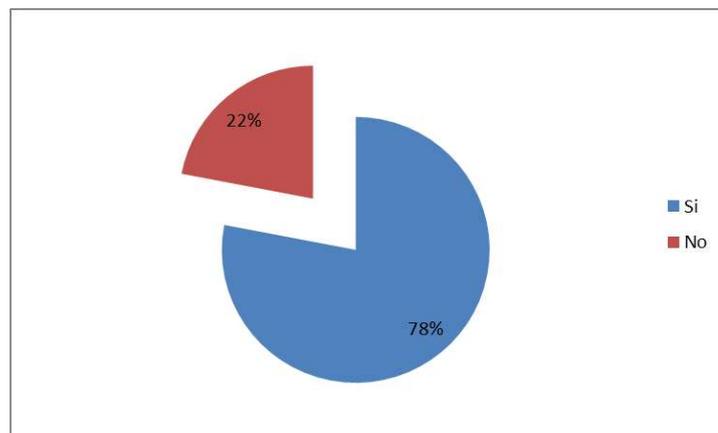
Tabla 10

Problemas de salud a causa de los materiales de construcción

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SÍ	331	78%
NO	96	22%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2



Fuente: Elaboración propia.

El 78% respondieron que sí existen problemas con el manejo de los diversos materiales de construcción, en el lugar que viven; mientras que el 22% dijo que no.

La mayoría de ellos están conscientes de los daños a la salud que ocasionan los materiales de construcción.

3.- Sabe Ud. que hay materiales de construcción que afectan su salud, más que otros

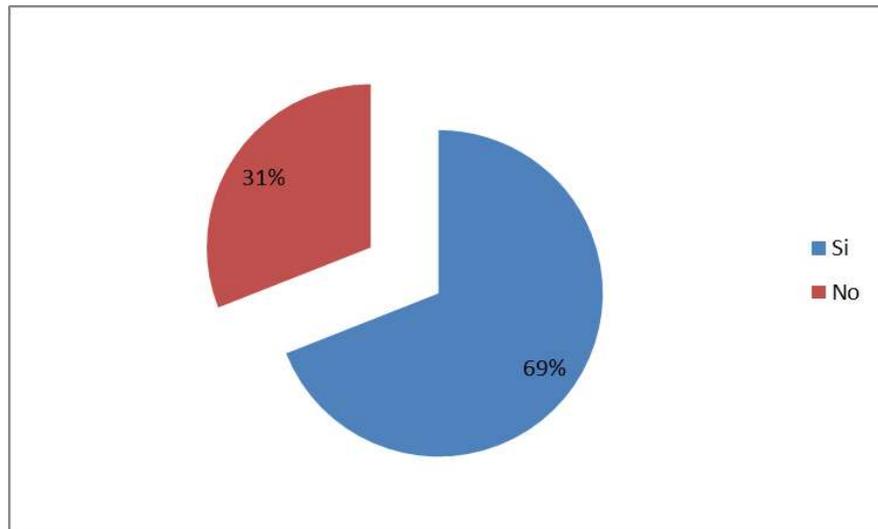
Tabla 11

Un material de construcción afecta su salud, más que otros

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SÍ	296	69%
NO	131	31%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia.

El 69% de los encuestados respondieron que sí, algunos materiales son más tóxicos que otros, mientras que otros consideran el 31% que no.

Por lo tanto el personal considera que el manejo de los materiales de construcción tiene un daño en la salud de las personas.

4.- ¿Qué partículas en la construcción le ha traído problemas para su salud?

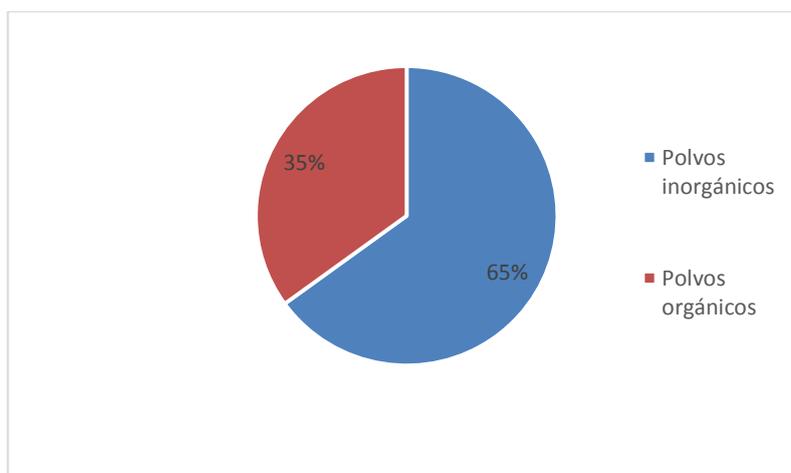
Tabla 12

Qué partículas han traído más problemas para su salud

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Polvos inorgánicos	277	65%
Polvos orgánicos	150	35%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4



Fuente: Elaboración propia.

El 65% de los encuestados consideran que los polvos inorgánicos son más dañinos que los otros. Esto significa que el personal se encuentra inmerso a una contaminación ambiental constante, por la presencia de los distintos materiales de construcción, especialmente, el polvo tóxico del cemento que se presenta en el hormigón.

5.- ¿En la empresa que usted trabaja, le han capacitado acerca de las enfermedades profesionales?

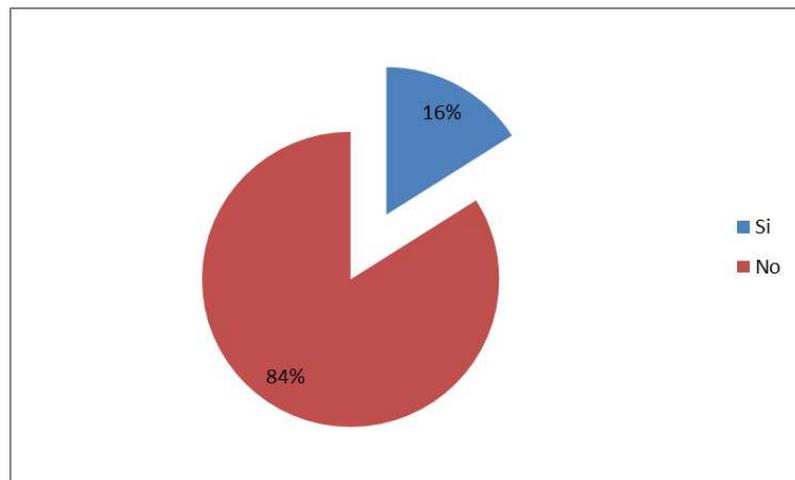
Tabla 13

Su empresa lo capacita en enfermedades profesionales

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SÍ	70	16%
NO	357	84%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5



Fuente: elaboración propia.

El 84 % de los encuestados respondieron que no, solo el 16% que sí, de forma esporádica que han recibido capacitación sobre enfermedades profesionales. Es importante que las empresas de construcción, capaciten a sus trabajadores para que conozcan sobre enfermedades profesionales. Si no lo hace está cometiendo una negligencia.

6.- ¿La presencia de los materiales de construcción le ha provocado una alteración en su modo de vida?

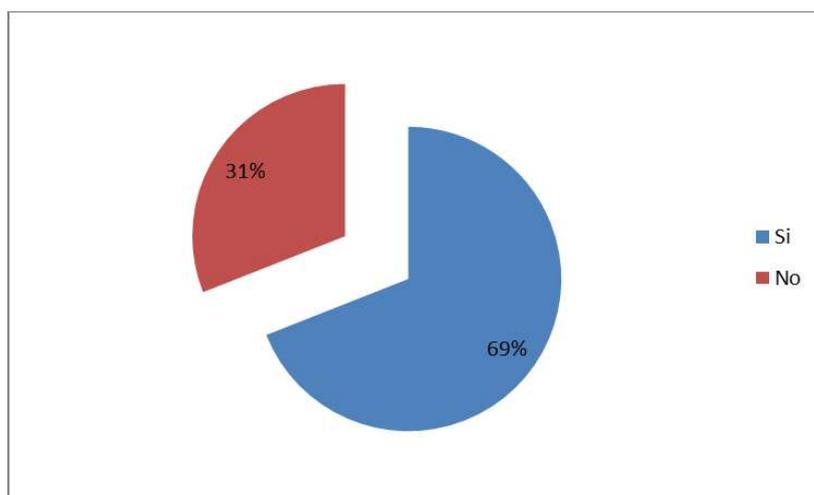
Tabla 14

A cambiado su modo de vida por el uso de materiales de construcción

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SÍ	295	69%
NO	132	31%
TOTAL	427	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia.

Apreciamos que el 69% respondieron que sí altera su modo de vida la presencia de los materiales de construcción y el 31% manifestó que no provocó ninguna variación en su vida.

Aquí se desprende algunas consideraciones. Las que se dedican, especialmente, a la construcción de viviendas han sufrido los embates de la contaminación ambiental y quienes laboran en una empresa; por el contrario,

mejoró su nivel vida en el aspecto económico. Asimismo, existe la posibilidad que quienes respondieron **no**, tengan alguna vinculación laboral con todas las empresas constructoras.

Efectos nocivos del material de construcción en la salubridad del personal del sector

Según los informes del MINSA, en el cual se ha ubicado algunas enfermedades ocupacionales relacionadas con la construcción, tenemos:

Razón de Tasas de Incidencia en la ocupación de operadores de instalaciones industriales y maquinaria fija en Construcción en el año 2015

Tabla 15
Enfermedades ocupacionales

Tipo de enfermedad	F	%
Enfermedades respiratorias	0	0%
Enfermedades osteomusculares	58	36%
Pérdida auditiva	34	21%
Enfermedades infecciosas	67	42%
	159	100%

Fuente: MINSA 2016. Arequipa

Tasa de Incidencia = N° de enfermedades profesionales dividido entre la población ocupada multiplicado por 100.000, Intervalo de Confianza: 95%, TI: Tasa de Incidencia, RT: Razón de Tasas

Observamos que las enfermedades osteomusculares (36%) y las enfermedades infecciosas (42%) se registraron durante todo el año 2016, porque el trabajo es mecánico; la mayoría del personal de este sector hace mucha fuerza física, por ejemplo: levantar con fuerza los materiales de construcción, trasladar de un lugar a otro sitio; de igual manera, muchos de ellos tienen alergia al polvo del cemento.

Reporte de personas que sufren enfermedades ocupacionales en el periodo 2016

Tabla 16

Enfermedades ocupacionales

Tipo de enfermedad	F	%
Enfermedad del sistema respiratorio	142.788	73%
Enfermedad del sistema óseo	29.995	15%
Enfermedad de la piel	18.024	9%
Enfermedad del oído	4.538	2%
	195.345	100%

Fuente: Enfermedad ocupacional según centro clínico Daniel Alcides Carrión

En este cuadro se observa que dentro de las enfermedades ocupacionales que se registraron en la atención del centro clínico Daniel Alcides Carrión, el 73% corresponde a problemas respiratorios, seguidamente, problemas musculares. Destaca las enfermedades respiratorias porque inhalan el polvo tóxico de los materiales de construcción y se alojan en los pulmones.

Cálculo de la emisión del material particulado del cemento

Para poder llevar a cabo el cálculo particulado entre los años 2015 a 2016, fue necesario tener presente la publicación de la emisión de material particulado de la empresa Cemento Yura, ya que no existe un estudio aislado

La planta de producción de cemento cuenta con filtros de mangas como sistema de despolvorización; aún así la cantidad de emisiones por el uso del carbón es de 1 632 toneladas de material particulado y 9 897.6 toneladas de gases por año.

Resultados de la investigación

Los resultados calculados se adjuntan en la siguiente tabla:

Emisiones	Factor de emisión (1) (lb/ton)	Factor x Consumo de combustible (Tm/año)
Material Particulado (MP).	10	1632

FUENTE: elaborado por Ecolab S.R.L., empresas inscrita en el Registro de Consultores del PRODUCE, sobre (Ampliación de capacidad productiva) de la Empresa cementos Yura S.A.

Resultados finales de las emisiones a la atmósfera de Material Particulado (MP) por año, (2015 – 2016)

MESES	MP
octubre	1632,00
noviembre	1629,82
diciembre	1772,71
enero	2038,34
febrero	2076,92
marzo	2970,27

Cálculo del calor específico

Materias primas:

- Piedra caliza : 300 000 Tm/ mes = 66 %
- Pizarra : 7500 Tm/ mes = 17 %
- Fierro : 7500 Tm/ mes = 17 %

Calor específico:

- Piedra caliza : 0.22 Kcal/Kg °C
- Pizarra : 0.18 Kcal/Kg °C
- Fierro : 0.11 Kcal/Kg °C

$$Cep = \frac{0.22 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}(66\%) + 0.18 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}(17\%) + 0.11 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}(17\%)}{100}$$

$$Cep = 0.1945 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Cálculo de emisiones al medio ambiente de Material Particulado (MP) en los meses octubre, noviembre, diciembre de 2015, enero, febrero y marzo de 2016.

Fórmula: $T.MP = (P.C.Mes \text{ Actual} \times E.MP \text{ Mes Anterior}) / (P.C.Mes Anterior)$

Donde:

P.C. Mes Actual : Producción de cemento del mes actual

E. MP : Emisión de MP del mes anterior

P.C. Año Anterior: Producción de cemento del mes anterior

T. MP : Total de emisión de MP para el mes actual

Resultados del mes de octubre de 2015

La producción de cemento en la empresa cemento Yura S.A. en el mes de octubre es de 77 351.73 Tm/mes.

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) para el año 2015 es de 1 632 Tm/año.

Entonces:

$77\,351.73 \text{ Tm/mes} = 136 \text{ Tm/mes}$

$T.MP = 136 \text{ Tm/mes}$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de octubre de 2015 es de 136 Tm/mes.

Resultados del mes noviembre de 2015

La producción de cemento en el mes noviembre de 2015 es de 77 248.33 Tm/mes.

Datos:

Producción de cemento en el mes de octubre es de 77 351.73 Tm/mes.

Emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de octubre de 2015 es de 136 Tm/mes.

Entonces, calculamos cuánto es la emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de noviembre de 2015.

$$T.MP = (77\ 248.33\ \text{Tm/mes} \times 136\ \text{Tm/mes}) / (77\ 351.73\ \text{Tm/mes})$$

$$T.MP = 135.82\ \text{Tm/mes.}$$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de noviembre de 2015 es de 135.82 Tm/mes.

Resultados del mes de diciembre, 2015

La producción de cemento en el mes de diciembre de 2015 es de 84 021.06 Tm/mes.

Datos:

Producción de cemento en el mes de noviembre de 2015 es de 77 248.33 Tm/mes.

Emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP), en el mes de Noviembre de 2015 es de 135.82 Tm/mes.

Entonces, calculamos cuanto es la emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de diciembre de 2015.

$$T.MP = (84\ 021.06 \text{ Tm/mes} \times 135.82 \text{ Tm/mes.}) / (77\ 248.33 \text{ Tm/mes})$$

$$T.MP = 147.72 \text{ Tm/mes.}$$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de diciembre de 2015 es de 147.72 Tm/mes.

Resultados del mes de enero de 2016

La producción de cemento en el mes de enero de 2016 es de 96 610.86 Tm/mes.

Datos:

Producción de cemento en el mes de diciembre de 2016 es de 84 021.06 Tm/mes.

Emisión al medio ambiente del Material Particulado (MP), en el mes de diciembre de 2015 es de 147.72 Tm/mes.

Entonces, calculamos cuanto es la emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de enero de 2016.

$$T.MP = (96\ 610.86 \text{ Tm/mes} \times 147.72 \text{ Tm/mes}) / (84\ 021.06 \text{ Tm/mes})$$

$$T.MP = 169.86 \text{ Tm/mes.}$$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP), en el mes de enero de 2016 es de 169.86 Tm/mes.

Resultados del mes de febrero de 2016

La producción del cemento para el mes de Febrero del 2016, es de 98 439,52 Tm/Mes.

Datos:

Producción de cemento en el mes de enero, 2016 es de 96 610.86 Tm/mes.

Emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de enero, 2016 es de 173.08 Tm/mes.

Entonces, calculamos cuánto es la emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de febrero de 2016.

$$T.MP = (98\ 439.52\ \text{Tm/mes} \times 196.86\ \text{Tm/mes}) / (96\ 610.86\ \text{Tm/mes})$$

$$T.MP = 173.08\ \text{Tm/mes.}$$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de febrero de 2016 es de 173.08 Tm/mes.

Resultados del mes de marzo de 2016

La producción de cemento en el mes de marzo de 2016 es de 149 781.61 Tm/mes.

Datos:

Producción de cemento en el mes de febrero de 2016 es de 98 439.52 Tm/mes.

Emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de febrero 2016 es de 173.08 Tm/mes.

Entonces, calculamos cuanto es la emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el mes de marzo de 2016.

$$MP = (140\,781.61 \text{ Tm/mes} \times 173.08 \text{ Tm/mes}) / (98\,439.52 \text{ Tm/mes})$$

$$T.MP = 247.52 \text{ Tm/mes.}$$

La emisión al medio ambiente de Material Particulado (MP) en el año 2016, es de 247.52 Tm/año.

Procedimiento de análisis del material particulado del cemento en efectos nocivos

Para establecer el daño del material particulado del cemento, se efectuó un análisis fisicoquímico. Se utilizó guantes de latex para la manipulación, se apilaron los filtros en el mismo orden de numeración dentro del soporte, se ajustó la tara de la balanza a cero sin peso en el platillo, igualmente el span a la masa de calibración usada (de acuerdo con el procedimiento de calibración determinado para la balanza).

Se verificó el cero y el span al inicio y al final de la sesión de pesaje. Para revisar la pesada, se repesó el diez por ciento (10%) del lote, y si difería en más de ± 5 mg del peso rutinario, repesábamos nuevamente todo el lote. Sellamos los sobres con los filtros y los almacenábamos. Registramos la información generada, en nuestra base de cálculos la cual estaba conformada por las fechas iniciales de quien se realizó la operación para los pasos de inspección, en los diferentes sitios de muestreo.

La instalación del filtro. Con las manos enguantadas y utilizando pinzas, depositábamos suavemente el filtro sobre la base.

Centramos el filtro dejando visible su número de identificación, ejemplo:

Colocamos suavemente el soporte del filtro haciendo coincidir los agujeros de este con los pernos de la base portafiltro y presionamos suavemente y centramos el soporte.

Aseguramos el filtro con las contratuercas; teniendo precaución al apretar, ya que el filtro debe quedar lo suficientemente firme para evitar fugas.

Cubrimos el filtro con el fin de evitar que sea contaminado o dañado durante su transporte y ajustamos la tapa en las muescas a ambos lados del soporte.

Luego de instalado el filtro dentro del cartucho, trasladamos el conjunto al sitio de monitoreo.

Se tomaron muestras al cual se efectuó la limpieza del compartimiento de filtración; luego, el filtro numerado y pesado previamente, es colocado con la superficie rugosa hacia arriba. Teniendo en cuenta el ajuste del portafiltros y la adecuada ubicación del mismo, sobre la sección correspondiente.

Adaptador del filtro

Se procedió a sellar el portafiltros, apretando firmemente los tornillos de sujeción con el propósito de evitar escapes de aire.

Calibración del equipo de flujo volumétrico

Para calibrar el equipo PM10, se realizó con la ayuda del “kit de calibración”. Se colocó uno a uno entre el muestreador y el kit, 5 platos con diferentes números de orificios (5, 7, 10, 13,18) que permitieron diferentes flujos de aire y por consiguiente las correspondientes caídas de presión. El kit fue suministrado con su curva de calibración, la cual se obtuvo a través de un patrón primario (medidor de volumen de desplazamiento positivo).

A continuación describimos la secuencia de calibración:

Diligenciar formato, anotando características que identifiquen al equipo, así como la temperatura y presión barométrica del lugar donde se realizó la calibración

- Instalar filtro limpio y operar durante 5 minutos. Bajar filtro.
- Montar placa con el kit de calibración.

- Conectar un manómetro a la salida del kit.
- Conectar el medidor del Hi-Vol (manómetro, rotámetro o registrador de flujo) con el orificio de medición del motor.
- Encender el motor y dejarlo funcionando durante 5 minutos.

Efectuar simultáneamente la lectura del manómetro conectado al kit de calibración y del medidor del Hi-Vol (manómetro, rotámetro o registrador de flujo), anotar los datos.

Repetir el procedimiento anterior con las diferentes placas. Entre cada placa, esperar un tiempo de estabilización de unos 2 minutos.

Mediante la curva de calibración del kit, convertir la caída de presión del calibrador en caudal a condiciones estándar, utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{STD} = Q_r (T_S \times P) / (T \times P_s) \times 0.5$$

Construir la curva de calibración del Hi-Vol a las condiciones T y P, relacionando

Qs con la lectura del tipo de medidor del Hi-Vol donde:

- T y P son temperatura y presión a las condiciones del lugar de calibración.
- Qr es el caudal a las condiciones T y P
- QSTD es el caudal obtenido de la carta de calibración a condiciones estándar (TS= 25° C y PS = 760 mm Hg).

Estudio del impacto ambiental en el sector de la construcción

Como hemos dicho con anterioridad, toda empresa dedicada a los distintos rubros de la construcción, debe contar con un documento denominado “Estudio del Impacto Ambiental”, con el fin de resguardar el desarrollo sostenible del medio físico y natural entre los abióticos y bióticos.

En la óptica del estudio ambiental y la programación de las 224 viviendas en el proyecto de Justo Juez se realiza un estudio de reconocimiento sobre la situación de cómo se encuentra el medio natural y sus relaciones con el clima, suelo, geología, agua, población; al mismo tiempo se efectúa un estudio sobre la calidad ambiental en los niveles de impacto, se toma en cuenta el método de Leopold y Battelle donde ofrecen las ventajas y desventajas del caso.

Uno de los aspectos fundamentales de este informe, es procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción sobre los suelos, cauces del agua, calidad de aire, organismos vivos y asentamiento humano. Pues la fase de la construcción, requiere un programa permanente para prevenir y monitorear:

- La extracción de los materiales de construcción
 - El campamento
 - La maquinaria pesada
- En cuanto al monitoreo, involucra:
- Precipitación pluvial
 - Superficie en proceso de desertificación

El impacto en tierras silvestres, especies o comunidades de plantas de importancia ecológica. Salud pública y los vectores portadores de enfermedades.

Migración de pobladores hacia la zona o fuera de ella.

Otro caso es la evaluación ambiental de la Rehabilitación trocha carrozal. Nos alcanza una visión de la evaluación de impacto ambiental en el proceso de construcción donde da las recomendaciones de cada una de las acciones que se protagonizaron.

El estudio de impacto ambiental de la “construcción hospital III - Callao”⁵ nos da una visión del proceso de construcción de la obra. Comprende la

instalación de talleres y campamentos, maquinarias y equipos, demolición y excavación de zanjas, levantamiento de muros de contención para seguridad, construcción de cercos perimétricos, levantamiento de paredes, techado, pintado y acabado.

El proceso de operación y mantenimiento comprende el funcionamiento de los servicios como administración, consulta externa, ayuda al diagnóstico y tratamientos, hospitalización, centro quirúrgico, emergencias, central de esterilizado y equipos, hospitalización y cuidados intensivos, personal médico, administrativo y de servicios, investigación y capacitación, servicios generales.

En la conceptualización del proyecto el planteamiento responde a tres aspectos importantes: zonificación, orientación y accesos, de este plan se establece una solución de diseño que zonifica el edificio en tres sectores a partir de los accesos peatonales y vehiculares, relaciones funcionales de los paquetes de emergencias, consultas externas, servicios generales.

En base a la evaluación de impactos ambientales se ha determinado que los impactos potenciales negativos se producirá principalmente durante las etapas de construcción del hospital; siendo de particular importancia aquellos asociados a la demolición de muros, movimientos de tierra durante apertura de zanjas para las cimentaciones, construcción de las estructuras, instalación de maquinarias y talleres donde los componentes aire, ruido, salud, seguridad y tranquilidad pública, serían los más afectados.

Estos impactos, no obstante de ser en su mayoría de moderada y baja significancia ambiental y temporal, todos ellos presentan posibilidad de aplicación de medidas de prevención, mitigación y control, que permitirán reducirlos sustancialmente, condición que hace viable la ejecución de la obra.

Durante la etapa de ejecución del proyecto se genera residuos biocontaminados, tránsito vehicular, concentración de personas en la zona que

se atenderán por lo que los componentes aire, ruido, salud, seguridad y tranquilidad pública se verán afectados. Los impactos deben ser minimizados aplicando medidas de prevención y control como ordenamiento de la zona, áreas de ingreso accesibles, zonas de amortiguamiento del ruido ambiental de parte del parque automotor, barreras de protección contra la contaminación del parque automotor y zona industrial, asignación de recurso humano que realiza la gestión ambiental durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

Los impactos ambientales potenciales de mayor relevancia son los positivos y se producirán principalmente en la etapa de funcionamiento del establecimiento de salud, pues permitirá el incremento de la disponibilidad de servicios de salud adecuados de alta calidad para la atención de la salud de la población asignada por lo que mejorarán las condiciones de calidad de vida y desarrollo social para los usuarios.

La estrategia de manejo ambiental que se aplica permite que la construcción de la obra proyectada se realice en armonía con la conservación del ambiente, la salud y seguridad del personal de obra y la población, los cuales se proponen en el Plan de Manejo Ambiental, el cual forma parte del presente Estudio de Impacto Ambiental. Se considera como instrumentos de la estrategia de manejo ambiental que permitan el cumplimiento de los objetivos a los siguientes planes:

- Plan de Manejo Ambiental
- Plan de Vigilancia Ambiental
- Programa de Monitoreo Ambiental
- Programa de Contingencias
- Plan de Abandono o Cierre

⁵ https://www.miga.org/documents/HospitalCallao_EIA.pdf

Finalmente, un trabajo de investigación referido a la misma problemática es la tesis presentada en la Universidad Católica de Lima: “Estudio de la Gestión Ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de Lima Metropolitana”⁶

Debido al cambio ambiental que está experimentando la ciudad de Lima, por las alteraciones en el ecosistema producto del crecimiento económico, se ha despertado un interés creciente en edificios sostenibles, los que deben ser construidos con una moderna e idónea tecnología considerando la prevención de impactos ambientales desde la etapa de proyecto. De esta manera, el gobierno central a través de sus ministerios y en coordinación con los gobiernos locales, deberán proponer políticas de gestión ambiental en la ejecución de obras mediante la implementación de un Plan de Gestión Ambiental Integrado para obras de construcción en todos los distritos de Lima, con el fin de desplegar estrategias, que estipulen condiciones mínimas de habitabilidad en el entorno urbano, (áreas verdes, coeficientes de edificación acorde con crecimiento de la ciudad, impacto visual, etc.), así como prever el diseño bioclimático (orientación y flujo de vientos colores, texturas, materiales resistencia térmica), hasta el uso de energías alternativas

A esto agregamos que la gran mayoría de proyectos de construcción urbana comparten características comunes y procesos constructivos normalizados por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, lo que conlleva a que esta organización pueda establecer acciones específicas de mitigación y control de los impactos ambientales estandarizados los que debería ser de consideración obligatoria en las guías para elaboración de EIA para todas las modalidades de licencia de obra , según su categoría de estudio, donde por ejemplo, se implanten requerimientos mínimos para el tratamiento del polvo o para la reducción de ruidos molestos. Toda empresa constructora debería tener como objetivo proyectar cuidadosamente la forma de evitar fuentes de ruido alto. Asimismo, informar a los vecinos sobre las medidas correctivas para la reducción del ruido.

Esto podría abordarse inicialmente con la identificación del ruido a través de la medición de estos y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental, los que deberían ser monitoreados permanentemente en los radios de acción alrededor de una obra. Este monitoreo, realizado por las mismas empresas constructoras, quienes reportarían estos valores, mensualmente o bimestralmente a las autoridades competentes mediante un sistema integrado de trámite documentario ambiental, para su control y verificación de oficio por parte del gobierno local.

La OMA del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con sus pares, podría establecer método estadístico para cuantificar las quejas de los vecinos, sobre los niveles de ruido sobrepasados por las constructoras, apoyado en la cantidad de reportes por ruidos obtenidos, al seguimiento y control realizado por los gobiernos.

Plan de manejo ambiental en relación al uso de los materiales de construcción

El plan de manejo ambiental (PMA) es un componente básico y contractual del proyecto, que comprende las medidas de manejo ambiental necesarias con el fin de prevenir, mitigar, compensar y controlar los impactos negativos que se puedan presentar por el desarrollo de la construcción de una edificación

Objetivo

El plan de manejo ambiental tiene como objetivo formular las medidas de prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos durante las actividades de preconstrucción, construcción y operación de la infraestructura

⁶calesfile:///C:/Users/PC/Downloads/CHAVEZ_VARGAS_GIOVANNA_ESTUDIO_PREVENCION.pdf

Alcance

El alcance del plan de manejo ambiental es el siguiente:

- Descripción de las principales características del proyecto de construcción.
- Identificación de las principales actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Definición de la línea de base ambiental mediante un diagnóstico ambiental para los aspectos físicos, bióticos y sociales.

- Identificación y evaluación de los impactos ambientales que se puedan producir por el desarrollo del proyecto.
- Determinación de las medidas de prevención, mitigación, control y compensación de los impactos que se generan en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Elaboración de las fichas de manejo ambiental que incluyan los diferentes programas de manejo ambiental, social y de salud ocupacional.
- Elaboración de las fichas y formatos para el control y seguimiento del plan de manejo ambiental, del plan de gestión social y del programa de salud ocupacional.

Metodología

La metodología empleada para la formulación del plan de manejo ambiental para las actividades de preconstrucción, construcción y operación de la infraestructura de una edificación consta de cinco etapas que se describen a continuación:

- La primera etapa constituyó la recopilación de la información primaria y secundaria de la localización del proyecto, de las características ambientales y sociales de la zona de estudio. Información sobre temas ambientales del Plan de Ordenamiento Territorial; población del área de estudio, clima, calidad del aire y ruido.

- La segunda etapa comprendió en el análisis de la información y desarrollo de la línea base ambiental, descripción del medio físico, biótico y socioeconómico del área de estudio.
- En la tercera etapa se realizó la evaluación de aspectos e impactos ambientales, y se formularán los programas de manejo ambiental.
- En la cuarta etapa, se formularon los programas de salud ocupacional y de gestión social.
- En la quinta etapa se hicieron formatos de control mensual para cada programa de manejo ambiental, de salud ocupacional y de gestión social

CONCLUSIONES

PRIMERA: El 78% de los trabajadores que operan en el sector de la construcción han tenido serios problemas de salubridad y el 69% ha reafirmado que la causa de su quebramiento de su salud se debe a los materiales de construcción.

SEGUNDA: Las condiciones del trabajo de campo que vienen desarrollando los trabajadores del sector de construcción en la construcción de las viviendas en el distrito de Cayma es considerado regularmente óptima, ya que muchos de los trabajadores omiten algunas recomendaciones sobre seguridad e higiene.

TERCERA: El material de construcción más nocivo para la salud en el sector de la construcción se debe al polvo del cemento. El 65% consideró que se debe al polvo inorgánico emitido durante el descargue del material como del desmontaje de los residuos de la construcción.

CUARTA: La política apropiada en un estudio ambientalista en el momento de la construcción de viviendas debe llevar una inspección de monitoreo de la calidad de los materiales de construcción, el cual se lleva con cierta irregularidad en la construcción de las viviendas en la jurisdicción de Cayma.

QUINTA: Las medidas de prevención que deberá intervenir en los estudios ambientalistas en el desarrollo sostenible del buen uso de los materiales de construcción deberían ser utilizados en las diferentes viviendas en el distrito de Cayma; el personal debe portar todo el equipo necesario para evitar cualquier riesgo, ser capacitado en las diversas situaciones, un chequeo quincenal en la salud ocupacional.

SEXTA: Las diferentes construcciones llevadas a cabo en la ciudad de Arequipa no tienen eficaz ni eficientemente estudios ambientalistas en un 60% en que las autoridades hacen caso omiso a las normativas o por desconocimiento o por corrupción.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Debe fomentarse la utilización de sistemas constructivos y energéticos en base a productos y energías renovables

SEGUNDA: Se deben evitar los materiales de construcción potencialmente peligrosos para la salud o el medio ambiente y, especialmente, todos aquellos que, además, generan residuos tóxicos o contaminantes

TERCERA: El comercio y la industria siendo actores cruciales en el desarrollo social y económico de un país necesitan de un régimen de políticas estables y acordes con el desarrollo sostenible. Se debe implementar el etiquetado ecológico.

CUARTA: Las modalidades de consumo pueden y deben ser modificadas. El Estado debe liderar esta transformación, dando el ejemplo desde la obra pública.

QUINTA: Debe aplicarse el principio de precaución respecto de la utilización de aquellos materiales que todavía no han sido determinados científicamente como peligrosos para la salud humana.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, D Y CILENTO SARLI, A 2007 “Edificaciones Sostenibles: Estrategias de Investigación y Desarrollo”. IAT Editorial On Line. Publicado en: Tecnología y Construcción Nº 21 I, 2005:15-30.
- ALAVEDRA, PERE, Y DOMÍNGUEZ, J 1998 “La construcción sostenible”. El estado de la cuestión. Consulta: 14 de Junio del 2010. URL <<http://habitat.aq.upm.es/b/n4/apala.html>>
- ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ 2009 “Manual de gestión socio-ambiental para obras en construcción” Primera edición interinstitucional. 1 de diciembre de 2009. Medellín
- ARENAS CABELLO, F J. Sin fecha “Los Materiales de Construcción y medio Ambiente”. Consulta: 13 de Junio del 2010. URL <http://huespedes.cica.es/huespedes/gimadus/17/03_materiales.html>
- BAÑO NIEVA, Ay VIGIL-ESCALERA DEL POZO, AI 2008 “Hacia un nuevo modelo de Construcción Sostenible”. Ambienta. Madrid. 2008, volumen 76, pp 61-67.
- BUSTOS FLORES, C 2009 “La problemática de los desechos sólidos”. Economía, XXXIV, 27 (enerojunio, 2009), pp. 121-144.
- BARCELO, Carlos. 2007 “Vivienda saludable por la construcción de la salud humana”. Rev Cubana Hig Epidemiol. La Habana. 2007, vol.45, n.1
- BERRON, Ferrer 2003 “Importancia de incorporar conceptos ambientales en el diseño y construcción de obras civiles”. Artículo de divulgación Ingeniería 7-1.Yucatán. (2003) 49-52
- BUENDIA ROJAS, J 2008 “Informe de la Situación Actual de la gestión de Residuos Sólidos Municipales”. Ministerio de Ambiente.
- BURGUEÑO MUÑOZ, Antonio Sin fecha Gestión Integral del agua en Obras. Servicio de Calidad y Medio Ambiente FCC Construcción
- CAPECO 2010 “Capeco recibe acreditación del Perú Green Building Council”. Consulta:el 16 de Junio de 2013.

RL<<http://www.capeco.org/blog/capeco-recibeacreditacion-del-peru-green-building-council/>

- CARCAMO MELO, Giovanna Vanessa 2008 “Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción del tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnológica
- CLIMA DE CAMBIOS 2010 “¿Qué es la construcción sostenible?”
Consulta: el 16 de Junio del 2014.
URL<<http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/index.php?tmpl=articulo&id=1040>>
- CLIMA DE CAMBIOS 2010 “Construcción sustentable: Oportunidad de innovación y desarrollo”. Consulta: el 16 de Junio del 2014. URL <<http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/index.php?tmpl=articulo&id=97>>
- COLBY, M. E. 1990 “Environmental Management in Development: The Evolution of Paradigms”. World Bank Discussions Papers. n.80.
- COLECCIÓN CODIGOS EL CONSULTOR 2005 Actividades Clasificadas, Medio Ambiente y residuos Sólidos Urbanos. Madrid. Editorial La Ley
- COMUNIDAD AUTONOMA MADRID. 1999 Manual de Gestión Ambiental: Sector de Construcción de obra civil. Madrid. Servicio de documentación y publicación.
- COMUNIDAD DE MADRID 2009 Sector de Construcción De Vivienda (Manual De Gestión Ambiental y Auditoría). Madrid. Mundi-Prensa.
- CONSEJERIA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE 2001 Guía de Buenas Prácticas Ambientales: Construcción y Demolición. Regio de Murcia. 2001
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE/MUNDI-PRENSA 2000 Construcción de viviendas. Manual de gestión ambiental y auditoría. Madrid: Mundi-Prensa.
- CONSTRUCMATICA Sin fecha “Residuos generados en las obras de construcción”. Consulta: 19 de Octubre del 2014. URL

<http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n>

- COSANO DELGADO, Saskia 2009 La gestión ambiental desde una perspectiva general. Consulta: 13 de Junio del 2014. URL <<http://www.gestiopolis.com/administracionestrategia/gestion-ambiental-desde-una-perspectiva-general.htm>>

ANEXOS

ANEXO 01. Decibeles por cada equipo utilizado en la construcción.

Equipo	Decibelios
Martillo neumático	103-113
Perforador neumático	102-111
Sierra de cortar concreto	99-102
Sierra industrial	88-102
Soldador de pernos	101
Bulldozer	93-96
Aplanadora de tierra	90-96
Grúa	90-96
Martillo	87-95
Niveladora	87-94
Cargador de tractor	86-94
Retroexcavadora	84-93

Fuente: El ruido en la construcción extraído de <http://www.estrucplan.com.ar/>

ANEXO 02. Lineamientos máximos permisibles según zonas

ZONAS DE APLICACION	VALORES EXPRESADOS DECIBEL ES	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	5	4
Zona Residencial	6	5
Zona Comercial	7	6
Zona Industrial	8	7

Fuente: DS 085-2003 - PCM

ANEXO 03. Listado de verificación según ISO 14001

ISO 14000		CUMPLIMIENTO		OBSERVACION	Que acciones correctivas se implementaran en caso que no cumplan
		SI	NO	Documentos y/o registros de la referencia	
4.1 REQUISITOS GENERALES					
1	La organización cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental basada en los requisitos de la norma ISO 14001				
2	La organización ha definido y documentado el alcance de su Sistema de Gestión Ambiental				
4.2 POLÍTICA AMBIENTAL					
3	La organización cuenta con una Política Ambiental establecida por la Alta Dirección				
4	Esta política toma en cuenta la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de las actividades, productos o servicios de la organización				
5	La política ambiental de la organización incluye un compromiso para:				
	- La prevención de La contaminación				
	- La mejora continua				
5	- El cumplimiento con la legislación y reglamentación aplicable y requisitos asumidos voluntariamente por la organización				
6	La política ambiental de la organización proporciona el marco para el establecimiento y revisión de los objetivos y las metas ambientales de la misma				
7	La política ambiental de la organización se encuentra documentada, implementada y mantenida				
8	La política ambiental de la organización es comunicada a todos los trabajadores				
9	La política ambiental de la organización se encuentra a disposición del público				

4.3 PLANIFICACIÓN					
4.3.1 Aspectos Ambientales					
11	La organización ha establecido y mantiene procedimientos para identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios los cuales pueda controlar y sobre los que pueda tener influencia dentro del alcance definido, teniendo en cuenta los desarrollos, actividades, productos y servicios nuevos y planificados				
12	La organización ha establecido una descripción de los aspectos ambientales de acuerdo a los actores afectados				
13	Estos procedimientos permiten determinar los aspectos ambientales que tiene o pueden tener un impacto significativo sobre el ambiente				
14	La organización documenta y actualiza la información referente a los aspectos ambientales				
15	La organización toma en cuenta los aspectos ambientales significativos en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGA				
4.3.2 Requisitos Legales y Otros Requisitos					
16	La organización ha establecido, implementado y mantiene un procedimiento para identificar y tener acceso a los requisitos legales y demás requisitos a ser cumplidos por la organización relacionados a los aspectos ambientales de sus actividades				
17	La organización tiene registro de la legislación ambiental aplicable				
18	el procedimiento determina la aplicación de estos requisitos a los aspectos ambientales de la organización para determinar su significado				
19	La organización toma en cuenta los requisitos legales aplicables y otros registros en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGA				

20	La organización cuenta con un registro del resultado de la evaluación de los aspectos ambientales				
4.3.3 Objetivos, Metas y Programas					
21	La organización ha establecido, implementado y mantenido objetivos y metas ambientales documentados para cada una de las funciones y niveles pertinentes de la organización				
22	Los objetivos y metas de la organización son medibles y coherentes con la Política ambiental, incluyendo su compromiso de prevención de la contaminación, cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos y mejora continua				
23	La organización al establecer y revisar sus objetivos tiene en cuenta:				
	- Requisitos legales y otros requisitos que suscriba				
	- Sus aspectos ambientales significativos				
	- Sus opciones tecnológicas				
	- Sus requerimientos financieros, operacionales y comerciales				
24	- Opinión de las partes interesadas				
	La organización ha establecido, implementado y mantenido programas para alcanzar sus objetivos y metas:				
	- La asignación de responsabilidades para el logro de objetivos y metas ambientales para cada función relevante y nivel de la organización				
	- Los medios y el plazo en que han de ser alcanzados los objetivos y las metas ambientales				

4.4 IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN					
4.4.1 Recursos, Funciones, Responsabilidad y Autoridad					
25	La Dirección ha asegurado la disponibilidad de recursos esenciales para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora del SGA incluyendo:				

	- Recursos humanos habilidades especializadas				
	- Infraestructura de la organización				
	- Los recursos financieros y tecnológicos				
26	La organización ha definido, documentado y comunicado las funciones, responsabilidades y autoridades del personal para una Gestión ambiental eficaz				
27	El representante (s) de la dirección tiene funciones, responsabilidades y autoridad definida para:				
	- Asegurar que los requisitos del sistema de gestión ambiental sean establecidos, implementados y tenidos de acuerdo con lo indicado en el ISO 14001				
	- Informar el desempeño del sistema de gestión ambiental a la alta dirección para su revisión, y como base para la mejora del sistema de gestión ambiental				
4.4.2 Competencia, Formación y Toma de Conciencia					
28	La organización asegura que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre cuyo trabajo pueda crear un impacto significativo sobre el ambiente es competente y cuenta con educación, formación o experiencia adecuada manteniendo registros asociados				
29	La organización ha identificado las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y sistema de gestión ambiental				
30	La organización ha proporcionado información o emprendido otras acciones para satisfacer las necesidades de formación manteniendo registros asociados				
31	La organización ha establecido y mantiene procedimiento(s) para concientizar a las personas o empleados que trabajan en su nombre de:				
	- La importancia de la conformidad con la política ambiental, procedimientos y				

	requisitos del sistema de gestión ambiental:				
	- Los aspectos ambientales significativos, impactos relacionados reales o potencial es asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal				
	- Sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del Sistema de gestión ambiental				
	- Las consecuencias potencial es de desviarse de los procedimientos especificados				
4.4.3. Comunicación					
32	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimientos para la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización, con relación a los aspectos ambientales y al sistema de gestión ambiental				
33	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimientos para recibir, documentar y responder las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas, relacionadas con los aspectos ambientales y el sistema de gestión ambiental				
34	La organización decide si comunica o no externamente información sobre aspectos ambientales significativos manteniendo un registro de las decisiones tomadas				
35	La organización ha establecido e implementado métodos para realizar la comunicación externa				
4.4.4 documentación					
36	La documentación del SGA incluye:				
	- La política, objetivos y metas				
	- La descripción del alcance del SGA				
	- La descripción de los elementos principales del SGA y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados				

	- Los documentos, incluyendo los registros requeridos en la norma ISO 14001				
	- Los documentos de los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos				
37	Los documentos que contienen los procedimientos e información sobre los procesos, organigramas y planes de emergencia				
4.4.5 Control de Documentos					
38	La organización controla los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por la norma ISO 14001				
39	La organización controla los registros de acuerdo con los requisitos establecidos en el apartado 4.5.4 por ser un tipo especial de documento				
40	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimiento(s) para:				
	- Aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión				
	- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente				
	- Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos				
	- Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso				
	- Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables				
	- Asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del SGA y se controla su distribución				
	- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en caso se mantenga por alguna razón				

4.4.6 Control Operacional					
41	La organización ha identificado y planificado las operaciones asociadas con los aspectos ambientales significativos, mediante procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de su Política Ambiental, objetivos y metas				
42	La organización ha identificado y planificado las operaciones asociadas con los aspectos ambientales significativos, mediante el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos de acuerdo a su Política Ambiental, objetivos y metas				
43	La organización ha identificado y planificado las operaciones asociadas con los aspectos ambientales significativos, mediante procedimientos relacionados con los identificados en los bienes y servicios utilizados por la organización. La comunicación de los procedimientos y requisitos se ha realizado a los proveedores y contratistas				
4.4.7 Preparación y Respuesta Ante Emergencias					
44	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que puedan tener impactos ambientales y responde ante ellos				
45	La organización responde ante situaciones de emergencia y accidentes reales, previniendo o mitigando los impactos ambientales adversos asociados				
46	La organización revisa periódicamente y modifica cuando sea necesario, sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de la ocurrencia de accidentes o situaciones de emergencia				
47	La organización realiza pruebas periódicas de sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias cuando sea factible				

4.5 VERIFICACIÓN					
4.5.1 Seguimiento y Medición					
48	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimientos para hacer el seguimiento y medir en forma regular las características fundamentales de sus operaciones que puedan tener un impacto significativo sobre el ambiente				
49	Los procedimientos de seguimiento y medición de la organización, incluyen documentación de la información sobre:				
	- El desempeño				
	- Los control es operacionales aplicables - La conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización				
50	Los equipos de seguimiento y medición de la organización, se utilizan y mantienen calibrados, conservando los registros asociados				
4.5.2 Evaluación del Cumplimiento Legal					
51	La organización ha establecido, implementado y mantiene un procedimiento para la evaluación periódica del cumplimiento de los requisitos legales aplicables				
52	La organización mantiene los de los registros de las evaluaciones periódicas				
53	La organización evalúa el cumplimiento con otros requisitos de acuerdo al procedimiento de evaluación del cumplimiento legal ya establecido u otro(s) procedimiento(s) separado(s)				
54	La organización mantiene los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas				
4.5.3 No Conformidad, Acción Correctiva y Acción Preventiva					
55	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y acciones preventivas				
56	Los procedimientos definen requisitos para:				
	- La identificación y corrección de las no conformidades y tomando las acciones para mitigar sus impactos ambientales				

	- La investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir				
	- La evaluación de necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de las acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia				
	- El registro de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas				
	- La revisión de la eficacia de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas				
57	Las acciones tomadas son las apropiadas en relación a la magnitud de los problemas e impactos ambientales encontrados				
58	La organización asegura de que cualquier cambio necesario es incorporado a la documentación del sistema de gestión ambiental				
4.5.4 Control de los Registros					
	La organización ha establecido y mantiene los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de la norma ISO 14001, y para demostrar los resultados logrados:				
	- Registro de quejas				
	- Registro de comunicaciones a las partes interesadas				
59	- Registro de comunicaciones a las partes interesadas				
	- Registro sobre los aspectos ambientales significativos				
	- Información sobre el desempeño ambiental				
	- Registro de las reuniones en materia ambiental				
	- Registro de resultados de auditorias				
60	La organización ha establecido, implementado y mantiene procedimiento (s) para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de protección y la disposición de los registros				
61	Los registros de la organización, son y permanecen:				

	- Legibles e identificables				
	- Trazables				
4.5.5 Auditoría Interna					
	La organización asegura de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión ambiental:				
62	- Es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de la Norma ISO 14001				
	- Se ha implementado adecuadamente y se mantiene				
63	La organización asegura de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías				
64	La organización ha planificado, establecido, implementado y mantiene programas de auditoría teniendo en cuenta la importancia ambiental de las operaciones implicadas y los resultados de las auditorías previas				
65	La organización ha establecido, implementado y mantiene uno o varios procedimientos de auditoría que traten sobre las responsabilidades y los requisitos para planificar y realizar las auditorías, informar sobre los resultados y mantener los registros asociados				
66	La organización ha establecido, implementado y mantiene uno o varios procedimientos de auditoría que traten sobre la determinación de los criterios de auditoría, su alcance, frecuencia y métodos				
67	La selección de auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría				
4.6 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN					
68	La alta dirección de la organización revisa el sistema de gestión ambiental a intervalos planificados, para asegurar su conveniencia adecuada y su eficacia continua				

69	El proceso de revisión del sistema gestión ambiental de la organización, incluye:				
	- La evaluación de oportunidades de mejora				
	- La necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental: política ambiental, objetivos y metas ambientales				
70	La alta dirección conserva los registros de las revisiones realizadas				
71	Los elementos de entrada para las revisiones por la dirección incluyen:				
	- Los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba				
	- Las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas				
	- El desempeño ambiental de la organización				
	- El grado de cumplimiento de los objetivos y metas				
	- El estado de las acciones correctivas y preventivas				
	- El seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la dirección				
	- Los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales				
	- Las recomendaciones para la mejora				
72	Los resultados de las revisiones por la alta dirección incluyen todas las decisiones y acciones tomadas relacionadas con posibles cambios en la política ambiental, objetivos, metas y otros elementos del SGA, coherentes con el compromiso de mejora continua				

Anexo 4

Tabla 8

Resultados de los efectos de los materiales de construcción nocivos

Coste energético por kg de materia			Emisión CO2 por Kg de materia	
Material	Mj	KWh	Material	Kg
Resinas	110.00	31.235	Resinas	17.000
Asfaltos	55.789	15.753	Asfaltos	9.321
Acero	35.789	9.578	Acero	2.987
Pintura	24.000	5.986	Pintura	3.678
Diesel	10.000	2.431	Diesel	0.07
Cal	4.500	3,541	Cal	0.456
Cerámica	3.800	2.431	Cerámica	0.214
Madera	2.000	1.897	Madera	0.342
Aridos	0.1200	0.076	Aridos	0.006
Agua	0.0076	0.056	Agua	0.045
Fibra natural	Neutro	0.006	Fibra natural	Nutro

Fuente: Elaboración propia

Anexos 5

ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN

Estimado (a)

Sírvase marcar la respuesta que considera correcta, en las siguientes preguntas procure que sea objetiva en esta investigación, Gracias

1.- ¿Cuál es el tiempo de labor en el sector de la construcción?

Un año

Cinco años

Más de diez años

Toda su vida

2 ¿Sabe usted que los materiales de construcción causan problemas de salud?

Si

No

3 ¿Sabe usted que hay materiales de construcción que afectan su salud, más que otros?

Si

No

4 ¿Que partículas en la construcción le ha traído problemas para su salud?

Polvos inorgánicos

Polvos orgánicos

5 ¿En la empresa que usted trabaja, le han capacitado acerca de las enfermedades profesionales?

Si

No

6 ¿La presencia de los materiales de construcción le ha provocado una alteración en su modo de vida?

Si

No

Anexo 6

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTANDAR		METODO DE ANALISIS ¹⁽¹⁾
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual ²⁽²⁾			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas ²			Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR	METODO DE ANÁLISIS
		VALOR	
PM-2.5	Anual	15	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	65	

Anexo 7. Resultados

Emisiones	Factor de emisión (1) (lb/ton)	Factor x Consumo de combustible (Tm/ año)
Materia Particulado (MP).	10	1632

FUENTE: Estudio de impacto ambiental (EIA), de la Empresa cementos YURA S.A. (Ampliación de Capacidad Productiva), elaborado por Ecolab S.R.L., empresas inscrita en el Registro de Consultores del PRODUCE.

Resultados finales de las emisiones a la atmósfera para el Material

Particulado (MP) por mes, de 2015 al 2016.

MESES	MP
Octubre	1632,00
Noviembre	1629,82
Diciembre	1772,71
Enero	2038,34
Febrero	2076,92
Marzo	2970,27

Anexo 8

Efectos de la fracción gruesa (PM10-2.5) del material particulado sobre la salud humana. Revisión Bibliográfica MINSAL Dr. Claudio Vargas R Julio 2011

fuelle: http://www.sinia.cl/1292/articles-51242_Estudio_cvargas.pdf

1.-RESUMEN EJECUTIVO

2.- INTRODUCCIÓN

3.- ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA REVISIÓN.

4.- DEFINICIONES, CARACTERÍSTICAS Y GÉNESIS DEL MATERIAL PARTICULADO

5.- EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE CORTO PLAZO DE LA FRACCIÓN GRUESA SOBRE LA MORTALIDAD.

6.- EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN DE CORTO PLAZO DE LA FRACCIÓN GRUESA SOBRE LA MORBILIDAD

7.- EFECTOS AGUDOS DE LAS TORMENTAS DE ARENA

8.- ESTUDIOS DE EXPOSICIÓN HUMANA A CONCENTRACIONES AMBIENTALES Y CONCENTRADOS DE PARTÍCULAS AMBIENTALES (CAP)

9.- EXPOSICIÓN CRÓNICA A MATERIAL PARTICULADO GRUESO Y MORTALIDAD.

10.- EFECTOS EN LA SALUD DEL FETO, NEONATO Y RECIÉN NACIDO

11.- ESTUDIOS TOXICOLÓGICOS.

12.- ESTUDIOS EN CHILE.

13.- CONCLUSIONES

14.- REFERENCIAS

1.- RESUMEN EJECUTIVO

Esta revisión de la literatura está enmarcada en la discusión de la norma de calidad del aire para el material particulado en nuestro país. Los efectos en la salud provocados por la contaminación atmosférica cuentan con evidencia científica cada vez más incontrovertible, que proviene de una variedad de estudios epidemiológicos realizados tanto en el contexto poblacional como ocupacional, además de estudios toxicológicos y de exposición controlada en seres humanos. En especial para el material particulado se ha acumulado evidencia que apoya su relación causal con mortalidad prematura de causa cardiovascular, respiratoria y cáncer pulmonar, así como un sinnúmero de efectos en la morbilidad: aumento de las hospitalizaciones por cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca, asma bronquial, EPOC, efectos sobre el peso al nacer, la tasa de prematuridad y otras.

Como diversos efectos se producen tanto ante la exposición aguda como crónica hay consenso que se requiere regular ambos patrones temporales de exposición. La principal motivación de la presente revisión es evaluar nueva evidencia, y contrastar la antigua, en relación a los efectos en la salud humana de la exposición crónica y aguda al $PM_{10-2.5}$,

El propósito de esta evaluación es que se revise críticamente la propuesta de derogar la norma anual de PM_{10} siguiendo la revisión del 2005 de la norma norteamericana. Gran parte de la evidencia epidemiológica se ha encontrado evaluando el efecto en la salud del PM_{10} . Por esta razón, entre otras, la OMS estimó que era necesario normar las concentraciones ambientales del PM_{10} y $PM_{2.5}$ tanto para las exposiciones crónicas como las agudas. En esta revisión se pone un nivel de exigencia más alto: encontrar la evidencia de los efectos del material particulado grueso independientes de los efectos de la fracción fina. La principal fuente de referencias fue PubMed de la National Library of Medicine del NIH, así como la bibliografía de la revisión reciente de la ISA y las recomendaciones de la OMS. Así mismo se revisaron las referencias citadas en los artículos de revisión u originales en busca de trabajos no encontrados en las búsquedas de PubMed. La revisión se concentra en el período posterior al

2005, pero evalúa los trabajos de años anteriores considerados relevantes. Se seleccionaron aquellos artículos en que hubiese una mención explícita al material particulado grueso.

El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características físicas y químicas muy diversas que están determinadas por los mecanismos de su génesis. Este aerosol se forma a partir de partículas directamente emitidas a la atmósfera (particulado primario) o aquellas que se forman a partir de procesos de conversión gas-partículas (particulado secundario). Actualmente se reconocen al menos dos modos: el particulado fino y el particulado grueso que son evidentes en la distribución bimodal de la masa de partículas en función del tamaño. El particulado grueso comprende tanto partículas de origen natural como antropogénicas. Las concentraciones son espacialmente más heterogéneas que las del particulado fino debido a la rápida precipitación al suelo de estas partículas que habitualmente son transportadas en la atmósfera desde algunos metros a pocos kilómetros. El particulado grueso comprende polvo en suspensión o resuspendido de los caminos y de procesos industriales, construcción, y también un componente biológico en que destacan el polen, y fragmentos de bacterias que contienen lipopolisacáridos. A nivel urbano el desgaste de neumáticos, frenos y pavimento produce un material particulado ligado al tráfico vehicular. En los sectores rurales la actividad agrícola, la minería y el polvo proveniente de caminos no pavimentados junto a la acción del viento sobre la corteza terrestre adquieren mayor importancia.

Efectos de la exposición de corto plazo de la fracción gruesa sobre la mortalidad.

Se revisaron 17 estudios publicados en la literatura que analizan la asociación mortalidad diaria y niveles diarios de particulado grueso medido por métodos directos e indirectos. En general los estudios muestran que incrementos del particulado presentan un efecto en la mortalidad, en especial en ciudades con

clima seco y altura. El estudio más grande realizado que comprende 47 ciudades norteamericanas encuentra un efecto estadísticamente significativo ajustado por particulado fino en mortalidad total, cerebrovascular y respiratoria del orden de 0.47 a 1.14% por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de incremento en PM_{10-2.5}. Se puede concluir que hay evidencia epidemiológica creciente que apoya el efecto de la exposición aguda sobre la mortalidad diaria. Este consenso también se extiende a las agencias reguladoras.

Efectos de la exposición de corto plazo de la fracción gruesa sobre la morbilidad

Se revisaron 15 estudios publicados en la literatura que analizan diferentes indicadores de morbilidad con incrementos en la concentración diaria del PM_{10-2.5}. Hay heterogeneidad en los efectos reportados, siendo los estudios canadienses y uno en Barcelona los que muestran efectos adversos mayores. El estudio más grande que comprende 108 condados en Norteamérica encuentra un efecto estadísticamente no significativo. La medición indirecta de la exposición diaria puede sesgar las estimaciones hacia la nula. En conclusión la evidencia sugiere un efecto adverso del material particulado grueso sobre distintos indicadores de morbilidad aguda.

Efectos agudos de las tormentas de arena

Una serie de publicaciones recientes encuentran un efecto deletéreo, estadísticamente significativo, de la exposición a tormentas de arena en diferentes áreas geográficas, especialmente sobre la mortalidad.

Estudios de exposición humana a concentraciones ambientales y Concentrados de Partículas Ambientales (CAP)

Existen pocos estudios de exposición controlada en humanos a material particulado grueso y ellos reportan evidencia de efectos pro-inflamatorios,

disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, y de la existencia de un estado pro-coagulante. Todos estos mecanismos pueden explicar la asociación del particulado grueso a los efectos agudos encontrados en los estudios epidemiológicos. No hay estudios que examinen los efectos de la exposición crónica.

Exposición crónica a material particulado grueso y mortalidad

El estudio de Harvard de las seis ciudades encontró un efecto sugerente del particulado grueso sin alcanzar significancia estadística. El estudio de cohortes más grande realizado a la fecha, de la Sociedad Americana de Cáncer no encontró efectos significativos. Análisis más recientes, en diferentes cohortes, que han examinado explícitamente la asociación presentan resultados discordantes. En conclusión no hay evidencia suficiente para descartar un efecto de la exposición crónica al particulado grueso ni tampoco que sugiera con fuerza la asociación.

Efectos en la salud del feto, neonato y recién nacido

El grueso de los estudios epidemiológicos que apoyan la asociación entre efectos en la salud perinatal se han realizado con mediciones de PM10. Hay pocos estudios que examinen de manera específica los efectos del particulado grueso sobre la salud del feto y neonato lo que no permite establecer una asociación causal ni tampoco descartarla.

Estudios toxicológicos

Varios grupos han examinado en diferentes modelos experimentales, tanto en animales de experimentación como cultivos de líneas celulares los efectos de la exposición a material particulado grueso. Los estudios realizados en Europa y Norteamérica han encontrado efectos comparables al particulado fino e incluso superiores en igualdad de concentraciones. Estos estudios dan

plausibilidad biológica a los estudios epidemiológicos que muestran asociación entre exposición aguda y efectos agudos en la salud. No se encontraron estudios experimentales con exposición crónica a la fracción gruesa.

En conclusión se ha acumulado evidencia suficiente a partir de estudios epidemiológicos que establece efectos en la salud en un amplio espectro de variables de resultado en salud de la exposición de corto plazo al particulado grueso. Esta asociación es concordante con evidencia experimental que identifica los mecanismos de daño: inflamación, estrés oxidativo, citotoxicidad, alteraciones de sistema nervioso autónomo y de la coagulación. En relación a los efectos crónicos en la salud los estudios son menos numerosos y la evidencia es aún inconsistente. La evidencia actual por otra parte no permite descartar efectos importantes del particulado grueso en especial luego que se han identificado efectos agudos y mecanismos de daño. Es razonable esperar que nuevos estudios con una mejor caracterización cuantitativa y cualitativa de la exposición diluciden la cuestión.

2.- Introducción

Esta revisión de la literatura está enmarcada en la discusión de la norma de calidad del aire para el material particulado en nuestro país. Los efectos en la salud provocados por la contaminación atmosférica cuentan con evidencia científica cada vez más incontrovertible, que proviene de una variedad de estudios epidemiológicos realizados tanto en el contexto poblacional como ocupacional, además de estudios toxicológicos y de exposición controlada en seres humanos. En especial para el material particulado se ha acumulado evidencia que apoya su relación causal con mortalidad prematura de causa cardiovascular, respiratoria y cáncer pulmonar, así como un sin número de efectos en la morbilidad: aumento de las hospitalizaciones por cardiopatía coronaria, insuficiencia cardíaca, asma bronquial, EPOC, efectos sobre el peso al nacer, la tasa de prematuridad, etc. Una revisión extensa de esta evidencia, centrada preferentemente en estudios norteamericanos puede encontrarse en

EPA, 2009 (1) El conocimiento se ha ido construyendo progresivamente, desplazando el escepticismo inicial e impulsando cambios regulatorios importantes que han llevado a un mejoramiento de la calidad del aire en muchas partes del mundo. Se ha comenzado también a reunir evidencia que estos cambios regulatorios y su consecuente mejoramiento en la calidad del aire han provocado beneficios en la salud humana (2, 3,7). Sin embargo, el progreso no ha sido lineal y ha contado con una gran oposición por parte una de la industria, especialmente en USA y también por la reacción pendular que provoca cierto voluntarismo en imponer normativas difícilmente alcanzables en los plazos preestablecidos como ha ocurrido en Europa. En ambas realidades los avances se han acompañado de ocasionales retrocesos. Una de las normas que fue derogada en USA es el estándar anual para el PM₁₀ promedio, que no debiera ser superado en una media de tres años. La racionalidad de su derogación el 2006 fue que la incorporación de la norma para PM_{2.5} tanto diaria como anual permitía proteger a la población de la exposición al material particulado fino, y que las normas para el PM₁₀ debían estar basadas en la evidencia de daño a la salud provocada por el material particulado grueso (PM_{10-2.5}). Al momento de tal revisión la evidencia de efectos agudos por parte del material particulado grueso hacía razonable mantener la norma diaria de PM₁₀ o sustituirla por una de material particulado grueso. Sin embargo, como no se encontró evidencia suficiente que apoyara la existencia de efectos crónicos provocados por el PM_{10-2.5}, se consideró apropiada su derogación. La principal motivación de la presente revisión es evaluar nueva evidencia, y contrastar la antigua, en relación a los efectos en la salud humana de la exposición crónica y aguda al PM_{10-2.5}. El propósito de esta evaluación es que se revise críticamente la propuesta de derogar la norma anual de PM₁₀. Un buen punto de partida lo constituye la revisión de Bruneekerf y Fosberg del 2005 (4) En estos últimos cinco años ¿hay nuevas evidencias que permitan ponderar con mayor precisión los efectos en la salud humana del material particulado grueso? ¿La evidencia anterior justificaba la derogación? Gran parte de la evidencia epidemiológica se ha encontrado evaluando el efecto en la salud del PM¹⁰. Por esta razón, entre otras, la OMS estimó que era necesario

normar las concentraciones ambientales del PM₁₀ y PM_{2.5} tanto para las exposiciones crónicas como las agudas. En esta revisión se pone un nivel de exigencia más alto: encontrar la evidencia de los efectos del material particulado grueso independientes de los efectos de la fracción fina.

3.- Aspectos metodológicos de la revisión.

La principal fuente de referencias fue PubMed de la National Library of Medicine del NIH, así como la bibliografía de la extensa revisión reciente de la ISA (1). Así mismo se revisaron las bibliografías de los artículos de revisión u originales que citaban trabajos no encontrados en las búsquedas de PubMed. También se revisó el capítulo relativo a Material particulado de las guías para establecer normas de la OMS.

La revisión se concentra en el período posterior al 2005, pero evalúa los trabajos de cualquier año en que se examine en particular el papel del particulado grueso. Debe reconocerse que fue Schwartz en 1996 el primero que se preguntó en forma específica sobre cual fracción del material particulado concentraba el mayor efecto tóxico.

La estrategia de búsqueda combinó algunos MESH como “particulate matter toxicity”, “particulate matter adverse effects”, “particle size” y otros términos más específicos como “coarse particles”, “PM_{10-2.5}”. Se realizaron búsquedas dirigidas hacia los efectos en el embarazo y sistema reproductor. Un tema que recientemente ha llamado la atención de los investigadores son los efectos deletéreos de las tormentas de arena, por lo que se realizó una búsqueda dirigida. También se realizó una búsqueda dirigida a la bibliografía chilena a través de la búsqueda por autores que lideran grupos conocidos en investigación de efectos en salud.

Se seleccionaron todos los papers originales sobre efectos en salud en poblaciones humanas en que hubiese referencia específica al material

particulado grueso o $PM_{10-2.5}$. Así mismo se seleccionaron artículos toxicológicos en que se evaluase la toxicidad del material particulado grueso. Se seleccionaron todos los artículos de revisión, editoriales o cartas al editor en que fuese tratado el tema del tamaño del particulado como elemento explicativo de su toxicidad o efecto en salud. Se seleccionaron artículos metodológicos que examinaran las particularidades de la investigación epidemiológica de los efectos del $PM_{10-2.5}$, en especial los aspectos relativos a la medición de la exposición. Se descartaron todos los artículos en que no se mencionara el particulado grueso, salvo aquéllos seminales o en que se presenta un punto conceptual relevante.

4.- Definiciones, características y génesis del material particulado

El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características físicas y químicas muy diversas que están determinadas por los mecanismos de su génesis(1,5,6) Este aerosol se forma a partir de partículas directamente emitidas a la atmósfera (particulado primario) o aquellas que se forman a partir de procesos de conversión gaspartículas (particulado secundario). Actualmente se reconocen al menos dos modos: el particulado fino y el particulado grueso que son evidentes en la distribución bimodal de la masa de partículas en función del tamaño. (Ver Fig 1) El particulado fino a su vez comprende al particulado ultrafino con diámetro aerodinámico menor a 0.1 micrón (que a su vez comprende el modo de nucleación y el modo de Aitken) y que constituyen en número la mayor parte de las partículas y el particulado de acumulación que representa el particulado por que va de 0.1 a 1 micrones y que se forma a partir de procesos de coagulación o condensación de ultrafino. A través de procesos de hidratación la masa de estas partículas puede crecer hasta 5 veces más. Ambas fracciones provienen predominantemente de procesos de combustión. Por último el particulado grueso habitualmente equivalente a más de 2.5 micrones de diámetro aerodinámico y que proviene predominantemente de procesos mecánicos de ruptura de sólidos. Como la energía para este proceso de ruptura aumenta conforme las partículas

disminuyen en tamaño un límite natural para este particulado es de 1 micrón (Ver Figura 2) Podemos apreciar que estrictamente hay un rango de superposición entre ambos modos entre 1 y 3 micrones. Desde el punto de vista operacional la medición del componente de la fracción gruesa importante para la salud comprende aquellas partículas que pueden ser inhaladas, es decir que penetren el árbol respiratorio más allá de la laringe. Por tal razón las partículas en el rango entre 2.5 y 10 micrones se conocen como la fracción torácica gruesa o $PM_{10-2.5}$ y la menor a 2,5 micras de diámetro aerodinámico como fracción respirable ya que es capaz de llegar al alvéolo y eventualmente entrar al torrente circulatorio (proceso conocido como translocación y propio de la fracción ultrafina, en el cuál las partículas podrían llegar a otros órganos incluido el SNC). En realidad el límite de 10 μ para el particulado torácico corresponde a un límite apoyado por estudios dosimétricos. Sin embargo el límite de 2.5 μ se decidió en consideración a las limitaciones técnicas de los monitores en el momento que se implementó tal clasificación. Hay consenso que hasta 4 μ es posible que partículas lleguen a nivel de la interfase alvéolo capilar. El particulado grueso comprende las partículas de origen natural y también de origen antropogénico.

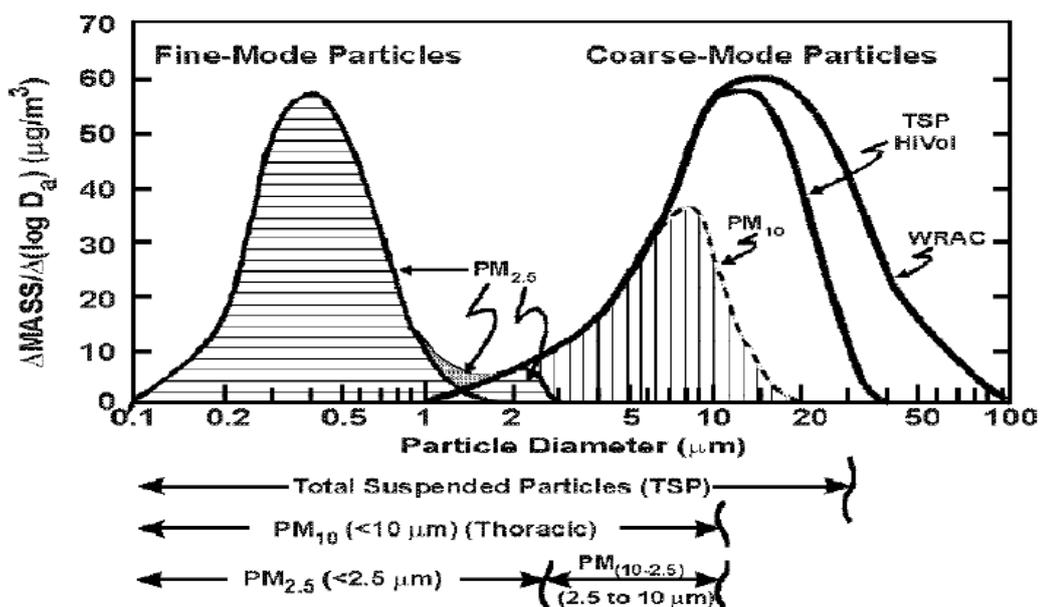


Figura 1 Representación esquemática de la distribución del particulado según diámetro en términos de masa (tomado de Wilson (5)).

Las concentraciones son espacialmente más heterogéneas que las del particulado fino debido a la rápida precipitación al suelo de estas partículas que habitualmente son transportadas en la atmósfera desde algunos metros a pocos kilómetros, quizá con la excepción de las tormentas de arena cuyas partículas más livianas pueden viajar varios cientos de kilómetros. El particulado grueso comprende polvo en suspensión o resuspendido de los caminos y de procesos industriales, construcción, y también un componente biológico en que destacan el polen, y fragmentos de bacterias que contienen lipopolisacáridos. También a nivel urbano el desgaste de neumáticos, frenos y pavimento produce un material particulado muy distinto al que proviene de procesos naturales de erosión. En los sectores rurales la actividad agrícola, la minería y el polvo proveniente de caminos no pavimentados junto a la acción del viento sobre la corteza terrestre adquieren mayor importancia. En la cercanía del mar se producen aerosoles con cantidades importantes de cloruro de sodio. Por último también en la combustión se liberan cenizas a partir de los materiales incombustibles (5,6). La Tabla 1 resume algunas características de ambos particulados. Para una caracterización de la fracción ultrafina véase el informe de la ISA (1).

Tabla 1 Caracterización de las fracciones del material particulado presente en el aire troposférico (traducción modificada de Wilson (5)).

	Particulado fino	Particulado grueso
Se forma a partir de:	gases	Sólidos grandes, gotas
Se forma a través de:	Reacciones químicas o vaporización. Nucleación, condensación sobre núcleos, y coagulación. Evaporación de gotitas de neblina y nubes en que se han disuelto gases	Disrupción mecánica (aplastamiento, molienda, abrasión de superficies, etc.). Evaporación de sprays. Suspensión de polvos
Están compuestas de:	Sulfato, nitrato, amonio, carbono elemental. Compuestos orgánicos como los HAP. Metales como plomo, cadmio, vanadio, níquel, cobre, zinc, manganeso, hierro)	Polvo resuspendido del suelo y las calles. Ceniza del carbón y petróleo. Óxidos de elementos de la corteza (sílice, aluminio, titanio y hierro). Sal, carbonato de calcio, polen, esporas de hongos, moho. Fragmentos de plantas y animales. Detritus del desgaste de los neumáticos
Solubilidad	Predominantemente solubles, higroscópico y deliquescente	Predominantemente insolubles y no higroscópicos
Fuentes	Combustión del carbón, petróleo, gasolina, diesel o madera. Procesos a altas temperaturas como fundiciones y siderúrgicas. SO	Resuspensión del polvo industrial y del suelo en carreteras y calles. Suspensión del suelo en minería, caminos no pavimentados. Fuentes biológicas. Construcción y demolición. Spray oceánico. Combustión de carbón y petróleo.
Vida media en la atmósfera	Días a semanas	Minutos a horas
Distancia de viaje	100 a 1000 km	1 a 10 km

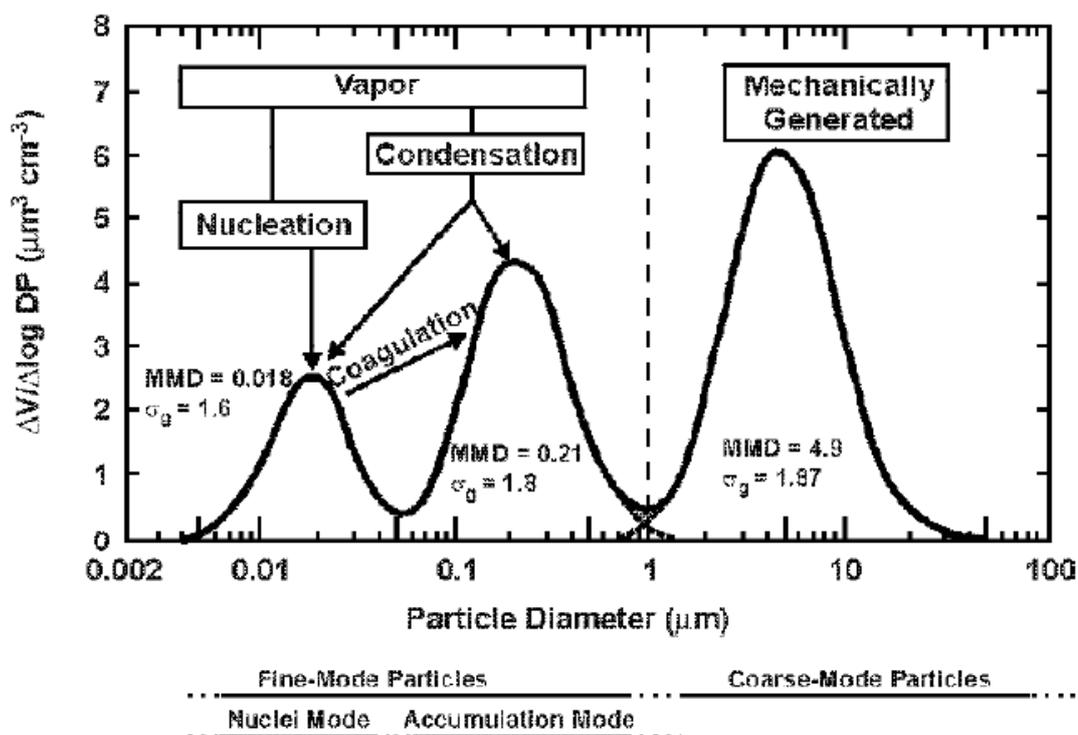


Figura 2. Esquema de la génesis del material particulado según Wilson (5)

5.- Efectos de la exposición de corto plazo de la fracción gruesa sobre la mortalidad.

En la Tabla 2 se describen los estudios de series temporales y algunos de case-crossover que examinan la influencia del $PM_{10-2.5}$ en la mortalidad diaria. Hay al menos cinco nuevos estudios que se suman a los reportados por Brunekreef (4). En esa revisión se describen los estudios haciendo hincapié en que la mayoría no son significativos o pierden su significancia cuando se incorpora el $PM_{2.5}$ al modelo. Sin embargo podemos constatar que la mayoría de los estudios informan de incrementos en la mortalidad, pero muchos de ellos sin significancia estadística. Si bien no puede descartarse un sesgo de publicación (8), los estudios con mayor potencia muestran efectos significativos en el lado del efecto deletéreo. De los estudios que comprenden sólo una ciudad los más significativos son Santiago, Ciudad de México y Phoenix. En Santiago llama la atención que las partículas gruesas presentan menor estacionalidad que las finas e incluso los meses de verano superan el efecto de las finas sobre la mortalidad. Es de especial interés el estudio multi-ciudades realizado por Zanobetti y Schwartz (9). En él se estudian 47 ciudades norteamericanas con datos de concentraciones diarias de PM_{10} y $PM_{2.5}$. La fracción gruesa se estima como la diferencia entre ambas (obteniendo el promedio cuando hay más de un monitor). Los resultados muestran asociaciones significativas para mortalidad por todas las causas no accidentales, mortalidad cardiovascular, mortalidad cerebrovascular y mortalidad respiratoria. El efecto es aproximadamente la mitad del efecto asociado al particulado fino y no se modifica sustancialmente en los modelos en que se incorporan ambos contaminantes. Hay heterogeneidad espacial en especial para el particulado grueso en comparación con el fino, con efectos mayores en el área continental seca. Malig (10) reporta un segundo estudio multi-ciudades que incluye nueve condados de California, en el que encuentra una asociación significativa entre particulado grueso y mortalidad diaria tanto cardiovascular como por todas las causas no externas. Además se muestra evidencia de un efecto mayor en los grupos socio-económicos más

desprotegidos (hispanos y aquellos que no terminaron su enseñanza media). Por último concluyen que el control regulatorio del particulado grueso puede proveer importantes beneficios a la salud, y las políticas de control actuales debieran considerar estos riesgos potenciales y la eventualidad que grupos económicamente en desventaja puedan recibir una proporción mayor del impacto. El estudio de Pérez (11) usa un diseño de case- crossover y reporta por lo tanto ORs de una regresión logística condicional. Aun cuando los ORs sobre-estimen el efecto por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el que se reporta es un orden de magnitud superior al del resto de los estudios y se aproxima a las estimaciones de los estudios longitudinales. No hay comentario en el artículo que explique esta circunstancia. Se analizó la naturaleza química de las fracciones capturadas por los diferentes filtros, encontrándose que el material particulado fino provenía principalmente de la combustión de derivados del petróleo y el grueso contenía, de acuerdo a la presencia de algunos metales, una proporción importante de materia proveniente del tráfico vehicular no relacionado a combustión, que se produce por el desgaste de frenos, neumáticos y pavimento. Esta situación se describe como propia de Barcelona. En resumen se han acumulado un número sustancial de estudios que muestran asociación entre exposición de corto plazo a $\text{PM}_{10-2.5}$ y mortalidad total, cardiovascular y respiratoria. Esta asociación es robusta al ajuste por $\text{PM}_{2.5}$ y se encuentra a pesar que el error de 12 mediciones no diferencial del material particulado grueso sesgue los coeficientes de efecto hacia la nula. Este error de medición tiene su origen en los métodos indirectos de estimación del $\text{PM}_{10-2.5}$ aplicados en muchos estudios, y por el hecho que la distribución espacial del particulado grueso es más heterogénea y por lo tanto es más difícil que la exposición poblacional sea adecuadamente representada por los monitores (12). Finalmente destacar que la última revisión de la EPA en su informe ISA (1) concluye que hay evidencia sugerente de asociación causal entre la exposición de corto plazo a particulado grueso y mortalidad.

En conclusión hay evidencia epidemiológica creciente que apoya el efecto de la exposición aguda sobre la mortalidad diaria. Este consenso también se extiende a las agencias reguladoras.

Tabla 2 Estudios de series temporales y case crossover que relacionan material particulado grueso y mortalidad modificada de Brunekreef (ref)

Estudio	Lugar	End-point	Nº de eventos aprox.	Medición de la fracción gruesa	Estimación de efecto incremento % por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Modelo de dos contaminantes
Schwartz(13)	Seis ciudades USA	Total	190000	Directa	0.4(-0.1-1.0)	No reportado
Cifuentes(14)	Santiago, Chile	Total	186000	Directa	0.9(0.6-1.3)	0.1(-0.3-0.5)
Lipfert (15)	Filadelfia	Total		Directa	No significativo	No reportado
Burnett(16)	Ocho ciudades canadienses	Total	110000	Directa	0.8(0.0-1.6)	No efecto
Fairly(17)	Santa Clara, USA	Total	60000	Directa	1.3(-2.2-4.9)	-2.4(-9.0-4.8)
Anderson(18)	West Midlands, Reino Unido	Total	49000	Directa	-0.5(-3.8-2.0)	No reportado
Castillejos(19)	Ciudad de México	Total	30100	Indirecta	4.1(2.5-5.7)	4.0(2.0-6.0)
Villeneuve(20)	Vancouver, Canadá	Total Cardiovascular Respiratoria	28200	¿?	0.9(-1.7-3.6) 5.4(1.0-9.8) -1.4(-8.5-6.5)	No reportado
Lippmann(21)	Detroit/Michigan, USA	Total	25000	directa	1.1(-0.9-3.3)	No reportado
Ostro(22,22a)	Coachella, USA	Total Cardiovascular	21000	indirecta	0.5(-0.5-1.0) 1.0(0.5-2.0)	No reportado
Klemm(23)	Atlanta, USA	Total	8400	¿?	0.6(-4.5-6.4)	No reportado
Mar(24, 24a)	Phoenix, USA	Cardiovascular	4200	Indirecta	2.7(0.5-6.0)	No reportado
Malig(10)	Quince condados en California	Total Cardiovascular	107200 46000	Indirecta	0.7(-0.1-1.5) 1.3(0.1-2.5)	Disminuye precisión
Zanobetti(9)	47 ciudades en USA	Total Cardiovascular Infarto Miocard Cerebrovascular Respiratoria	5600000 para estudio completo (112 ciudades)	Indirecta	0.46(0.21-0.71) 0.32(0.00-0.64) -0.12(-0.80-0.56) 0.84(0.07-1.62) 1.16(0.43-1.89)	0.47(0.21-0.73) 0.29(-0.04-0.61) 0.04(-0.72-0.81) 0.71(0.02-1.41) 1.14(0.43-1.85)
Kan(25)	Shangai, China	Total Cardiovascular Respiratoria	79600	Indirecta	0.12(-0.13-0.36) 0.34(-0.05-0.73) 0.40(-0.34-1.13)	no
Wilson(26)	Phoenix, USA Anillo medio	Cardiovascular	No reportado	Indirecta	3.4 (1.0- 5.8)	no
Pérez(11)	Barcelona	Cardiovascular Cerebrovascular Respiratoria	20200	Directa	5.4(1.9-8.9) 8.7(1.8-16-1) 0.0(-6.0-6.0)	5.3(1.3-9.4) 10.3(1.3-19.0) 0.2(-6.3-7.1)

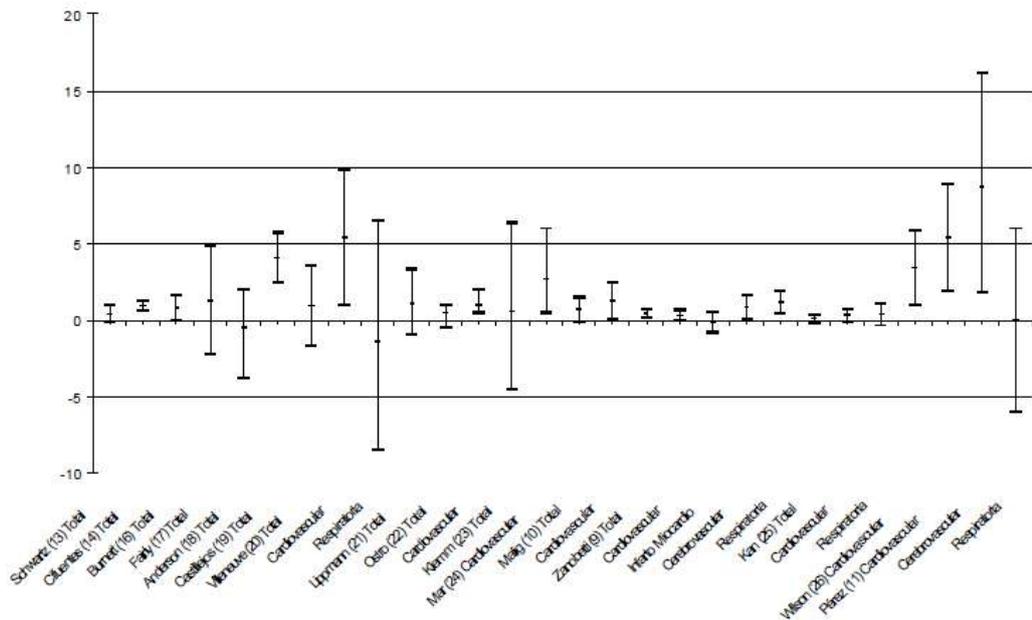


Figura 3: Incremento porcentual de la mortalidad ante aumento del $\text{PM}_{10-2.5}$ en $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

6.- Efectos de la exposición de corto plazo de la fracción gruesa sobre la morbilidad

La Tabla 3 muestra una serie de estudios que han relacionado hospitalizaciones por diversas causas, habitualmente cardiovasculares (incluyendo cardiopatía coronaria, insuficiencia cardiaca, arritmias, etc.) y respiratorias (Asma, EPOC, Infecciones respiratorias, etc.) en distintas categorías de edad. Llama la atención que aparecen fuertes asociaciones en algunos estudios (especialmente canadienses) mientras otros muestran asociaciones inconsistentes que más parecen artefactos de las múltiples pruebas estadísticas realizadas. ¿Cómo explicar esta heterogeneidad en la fuerza de la asociación? Una alternativa es que esta heterogeneidad sea real y dependa de la distinta naturaleza del material particulado grueso en diferentes locaciones geográficas. Para que esta sea una explicación razonable se requieren más estudios de tipo toxicológico o epidemiológico con una mejor caracterización de la exposición. Por otra parte las variables de resultado utilizadas no siempre corresponden a hospitalizaciones genuinamente de urgencia y están contaminadas con hospitalizaciones electivas. Este hecho puede disminuir la potencia estadística de los estudios. En la dirección contraria puede ocurrir un segundo problema. Salvo dos estudios, el resto no ha controlado los efectos por $PM_{2.5}$. Es cierto que como lo muestra Brunekreef (4) la correlación entre material particulado grueso y fino es muy inferior a la reportada entre $PM_{2.5}$ y PM_{10} , y habitualmente fluctúa alrededor del 0.50 e incluso en algunas localidades es cercana a 0. Sin embargo el estudio multi-sitios más grande (28), diseñado específicamente para evaluar el efecto del material particulado grueso sobre las hospitalizaciones cardiovasculares y respiratorias, nos da algunas luces. Este estudio realizado en USA fue diseñado con un poder de 80% para detectar un riesgo en exceso de 0.45% en hospitalizaciones cardiovasculares y de 0.81% en hospitalizaciones respiratorias. Las hospitalizaciones seleccionadas correspondieron a urgencias y se estimó un modelo jerárquico bayesiano, de modo que los intervalos de confianza son en realidad intervalos de credibilidad de la distribución a

posteriori. El estudio encontró que un aumento del $PM_{10-2.5}$ provocaba un incremento significativo del 0.36% en las hospitalizaciones de urgencia cardiovascular y un 0.33% no significativo en las hospitalizaciones respiratorias. Una vez que se ajustaban los modelos por $PM_{2.5}$ el efecto sobre las hospitalizaciones cardiovasculares cayó a 0.25% haciéndose no significativo, y el efecto sobre las hospitalizaciones respiratorias cayó a 0,26% manteniéndose sin significancia. Por contraste mencionemos que el efecto del $PM_{2.5}$ era aproximadamente tres veces (0.71% en cardiovasculares) superior al encontrado para el $PM_{10-2.5}$. Los autores realizan un análisis secundario en que mencionan que hay evidencia sugerente que hay modificación del efecto por la “urbanicidad” del condado. Esto es el efecto sería mayor en los condados con mayor proporción de población urbana de acuerdo con los análisis del material particulado urbano grueso que muestran diferencias con aquel proveniente de zonas rurales. En suma y considerando el poder de los estudios listados se requiere contar con nuevos estudios de potencia adecuada para precisar el posible efecto. Sin embargo, como el mismo artículo de Peng menciona es probable que en USA sigan colocándose medidores de $PM_{2.5}$ y retirándose los de PM_{10} como ha venido ocurriendo los últimos años a menos que la EPA repositone las normas para el PM_{10} . Una serie de otros estudios intentan dar plausibilidad biológica al efecto del material particulado grueso sobre la salud cardiovascular y respiratoria con hallazgos también diversos. Metzger (29) encuentra asociación entre arritmias y niveles de material particulado grueso en un estudio en que evalúa 518 pacientes con defibriladores automáticos implantables durante un período de seguimiento de 10 años. Sin embargo advierte contra interpretaciones muy fuertes al mencionar que se realizaron múltiples pruebas estadísticas. Yeatts (30) reporta un estudio de panel en asmáticos y encuentra una disminución de la variabilidad en la frecuencia cardiaca asociada con incrementos en el material particulado grueso medido directamente y no con particulado fino. Especula que la presencia de endotoxinas en la fracción gruesa puede provocar estos efectos previamente descritos en estudios de exposición controlada a $PM_{10-2.5}$ concentrado. En conclusión los estudios epidemiológicos sugieren una asociación entre la

exposición aguda al particulado grueso y efectos en distintos indicadores de morbilidad cardiovascular y respiratoria.

Tabla 3. Estudios de series temporales y case crossover que relacionan material particulado grueso y morbilidad

Estudio	Lugar	End-point	N° de eventos aprox.	Medición de la fracción gruesa	Estimación de efecto incremento % por 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Modelo de dos contaminantes
Burnett(31)	Toronto, Canadá	Hospitalizaciones cardiovasculares	16500	Directa	7.6(3.2-11.9)	No reportado
		Hospitalizaciones respiratorias	9200		4.8(2.1-7.6)	No reportado
Sheppard(32, 32a)	Seattle, USA	Hospitalizaciones asma	7800	Indirecta	2.2(0.0-5.4)	No reportado
Burnett(33)	Toronto, Canadá	Enfermedad coronaria	130000	Directa	1.5(0.5-2.4)	Significativo para asma y EPOC
		Infecciones respiratorias			3.6(1.9-5.4)	
		Asma			4.3(2.3-6.3)	
Ilabaca(34)	Santiago, Chile	Consultas de urgencia niños	61000	Indirecta	Inv 0.5(0.0-0.9) Ver 1.2(0.1-2.4)	No reportado
Metzger(35)	Atlanta, USA	Consultas urgencias CV	27000	Directa	2.4(-3.0-8.0)	No reportado
Lipmann(36)	Detroit, USA	Hospitalizaciones ancianos	No conocido	Indirecto	4.5(0.6-8.1)	No reportado
		Neumonía EPOC			4.3(-1.3-10.5)	
		Enf Coronaria			3.3(0.2-8.5)	
		Insuficiencia cardiaca			2.0(-1.5-5.6)	
Moolgavkar (37)	Los Angeles, USA	Hospitalizaciones EPOC >65	11000	Indirecto	2.0(-0.2-4.2)	No reportado
		EPOC 20-64			2.4(-0.1-4.9)	
		EPOC <20			6.6(3.2-10)	
Anderson(18)	West Midlands, Reino Unido	Hospitalizaciones CV	47000	Indirecto	-0.6(-3.3-2.0)	No reportado
		Respiratorias	16000		0.2 (-2.2-2.7)	
Burnett(38)	Toronto, Canadá	Hospitalizaciones respiratorias <2a	16000	Directo	11.3(5.4-17.2)	No reportado
Lin(39)	Toronto, Canadá	Hospitalizaciones Asma niños niñas 6-12a	7300	Directo	11.8(3.6-21.3) 21.3(9.5-35.5)	No reportado
Chen(40)	Vancouver, Canadá	Hospitalizaciones EPOC	4400	Indirecto	21.2(6.0-37.6)	15.9(-0.1-32.6)
Slaughter(41)	Spokane, USA	Consultas urgencia resp	29000	Indirecto	0.8(-0.4-2.0)	No reportado
Peng (28)	108 condados, USA	Hospitalizaciones Cardiovasculares Respiratorias	3700000 1400000	Indirecto	0.36(0.05-0.68) 0.33(-0.21-0.86)	0.25(-0.11-0.6) 0.26(-0.32-0.84)
Host(42)	Seis ciudades, Francia	Hospitalizaciones resp Cardiovasculares	Infección Respirator 0-14a	Indirecto	4.4(0.9-8) 6.2(0.4-12.3) 0.5(-1.2-3.7)	No reportado
Halonen(43)	Helsinki	Hospitalizaciones Cardiovasculares > de 65a Respiratorias	16200 3700	Directo	-0.70(-2.6-1.2) 0.36 (-4.5-5.5)	No reportado

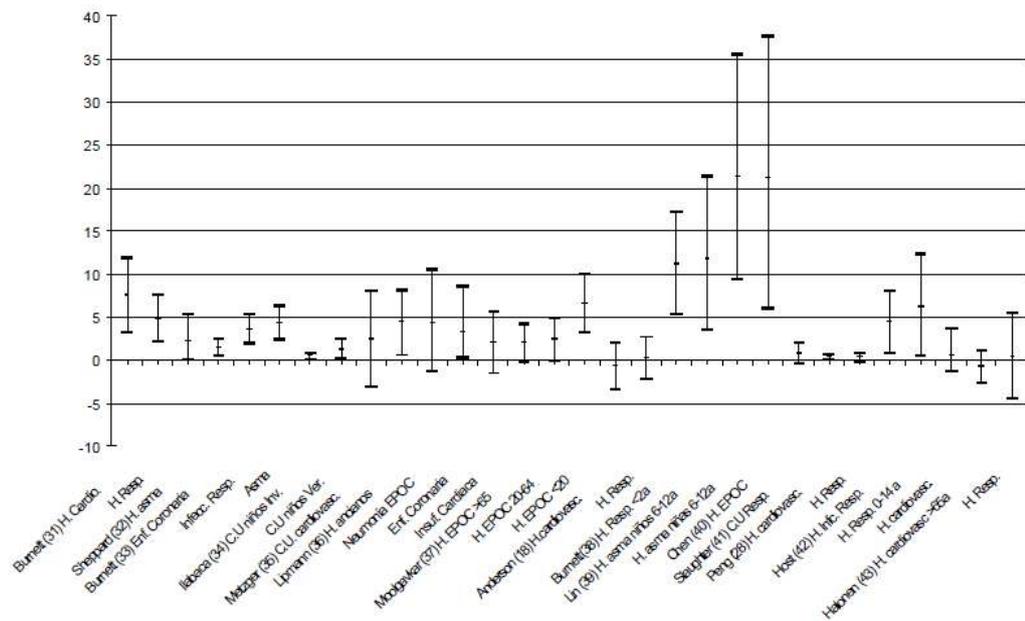


Figura 4: Incremento porcentual de diferentes resultados morbilidad ante aumento del PM_{10-2.5} en 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

7.- Efectos agudos de las tormentas de arena

Schwartz (44) no encontró efecto sobre la mortalidad de incrementos significativos de la concentración de partículas gruesas en Spokane, una localidad en USA con episodios de tormentas de arena recurrentes (concentración promedio los días de tormenta 268 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ versus 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ los días normales). Un estudio de Staniswallis (45) en El Paso, usando metodología no estándar si encuentra asociación. Pérez (46) estudia el efecto del polvo proveniente del Sahara en la mortalidad en Barcelona encontrando que un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ provoca un aumento del 8.4% (IC de 95% 1.5-15.8) en la mortalidad diaria, sin que hubiese asociación con particulado fino en esos días. El impacto del material particulado grueso disminuyó a 1.4% los días sin polvo africano identificado por fotos satelitales. Los autores especulan que el efecto puede deberse a la presencia de material orgánico en ese particulado, lo que explicaría también el aumento en las exacerbaciones de asma que se reportaron en Martinica. Chen (47) en Taipei (Taiwán) encontró un efecto sin significancia estadística, en especial para la mortalidad respiratoria asociada a las tormentas de arena primaverales provenientes de desiertos de China y Mongolia. El mismo grupo ha reportado una serie de efectos en la salud asociados a tales tormentas (48-55). Un análisis independiente en relación a las hospitalizaciones por causas específicas en Taipei realizado por Bell (56) encontró evidencia no concluyente (la estructura de rezagos de la asociación no fue consistente). En Korea, Kwon (57) encontró efectos sobre la mortalidad cardiovascular durante los tres días siguientes a la llegada de las mismas tormentas de arena asiáticas. En Brisbane (Australia), Rutherford (58) reporta que episodios de polvo provenientes de áreas desérticas de Australia provocan exacerbaciones de asma. Lo interesante es que este polvo aumenta particularmente la fracción fina del material particulado.

En conclusión parece haber evidencia suficiente para considerar que el material particulado grueso de origen natural asociado a las tormentas de arena, puede tener efectos deletéreos en la salud (59,60). Es por lo demás una

reafirmación de la heterogeneidad del material particulado grueso y la necesidad de estudios específicos a nivel de cada localidad, así como también lo peligroso que parece desestimar a priori su capacidad de daño.

8.- Estudios de exposición humana a concentraciones ambientales y Concentrados de Partículas Ambientales (CAP)

En tales estudios varios grupos de investigadores han expuesto a voluntarios a material particulado, usando un concentrador de partículas, de tal manera de obtener una concentración en la que se verifiquen efectos agudos de carácter transitorio. La mezcla a la que estos voluntarios son expuestos se conoce como CAP (del inglés Concentrated Ambient Particles). En el caso del particulado grueso se pueden encontrar dos estudios (61, 62, ver tabla 4). Ninguno de los estudios encontró efectos en la función pulmonar, pero en uno hubo efectos discretos de carácter inflamatorio en el lavado bronquio-alveolar y disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y una elevación, aunque no significativa, de los factores de coagulación sugerentes de favorecer un estado procoagulante. En ambos se apreció una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Samet (63) revisa los efectos de las distintas fracciones del material particulado en experimentos realizados en el Laboratorio de estudios en humanos en Chapel Hill de la US EPA. En ellos se aprecia un efecto pro-inflamatorio más intenso del material particulado fino y grueso y un efecto más marcado sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca del ultrafino. Un estudio reciente evalúa la activación de genes ante la exposición a CAP de diferentes fracciones del particulado, encontrando la activación por el particulado grueso de varias vías relacionadas con inflamación (64). En los estudios (30, 65) efectuados con cohortes que se siguen por algunas semanas evaluando la exposición ambiental o personal a distintas fracciones de particulado se aprecia una asociación con una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

En síntesis se puede concluir que existen pocos estudios de exposición en humanos a material particulado grueso y que ellos en general encuentran cierta evidencia de efectos pro-inflamatorios, en la variabilidad de la frecuencia cardiaca, y favorecen un estado procoagulante, mecanismos que pueden explicar la asociación del particulado grueso con los efectos agudos encontrados en los estudios epidemiológicos.

	diseño	sujetos	exposición	hallazgos	referencia
Altered heart-rate variability in asthmatic and healthy volunteers exposed to concentrated ambient coarse particles	Ensayo clínico	12 asmáticos leves y 4 sujetos sanos	Aire filtrado vs Concentrado de particulado grueso media 157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por dos horas	No hubo efecto en los síntomas respiratorios, espirometría, saturación de O_2 ni signos de inflamación. Leve aumento en la frecuencia cardiaca y disminución en la variabilidad de la misma	Gong et al(61)
Exposure to Concentrated coarse air pollution particles causes mild cardiopulmonary effects in healthy young adults	Estudio de exposición cruzada en que cada sujeto se expuso consecutivamente a aire filtrado y CAP	14 sujetos sanos	Aire filtrado vs Concentrado de particulado grueso media 89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por dos horas mientras realizan ejercicio intermitente	Hubo un pequeño incremento en el recuento de neutrófilos en el lavado bronquioalveolar (BAL) sin cambio en la función pulmonar. Hubo un aumento en la proteína C reactiva y una disminución de la variabilidad de la frecuencia cardiaca después de 20 horas post-exposición.	Graf et al(62)
Coarse Particulate Matter ($\text{PM}_{10-2.5}$) affects Heart rate variability, blood lipids, and circulating eosinophils in adults with asthma	Seguimiento con nueve mediciones repetidas de sangre y espirometría, y cuatro monitoreos de ECG	12 adultos asmáticos seguidos 12 semanas	Exposición a concentraciones ambientales en Chapell Hill, midiéndose en forma separada $\text{PM}_{2.5}$ y $\text{PM}_{10-2.5}$. Concentración promedio 5.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	Solo hubo asociaciones significativas con Material particulado grueso que se manifestó como disminución de la variabilidad e la frecuencia cardiaca, aumento de triglicéridos y de los eosinófilos circulantes. No hubo efecto sobre la función pulmonar	Yeatts et al(30)
Effects of particle size fractions on redung Herat variability in cardiac and hypertensive patients	Seguimiento por 5 meses	10 pacientes con enfermedad coronaria y 16 con hipertensos	Se midió exposición personal a $\text{PM}_{1-0.3}$, $\text{PM}_{2.5-1}$, $\text{PM}_{10-2.5}$ durante cinco meses	La variabilidad de la frecuencia cardiaca sólo disminuyó significativamente ante la exposición a $\text{PM}_{1-0.3}$ en ambos grupos de pacientes. Sólo se exploraron medias móviles de 4 horas. Cualquier efecto con mayor rezago no fue analizado.	Chuang et al(65)
Comparison of gene expresion profiles induced by coarse, fine, and ultrafine particulate matter	Estudio de expresión genética	6 sujetos normales por 6 y 24 horas (3 en cada tiempo)	Se expuso a CAP de material particulado grueso, fino y ultrafino (promedio 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a	El número de genes alterados por el MP grueso, fino y ultrafino se incrementó de 0, 6, y 17 a 1281, 302 y 455 con las 24 horas de exposición. Los genes activados fueron más similares ente el fino y el ultrafino. Se activaron tres vías relacionadas a la respuesta al stress oxidativo, regulación del daño a DNA y mitosis.	Huang et al(64)

Tabla 4: Estudios de exposición controlada y natural en humano

9.- Exposición crónica a material particulado grueso y mortalidad

La primera investigación en evaluar los efectos de la exposición crónica a la contaminación del aire en un diseño prospectivo fue el estudio de Harvard de las seis ciudades cuya publicación original data de 1993 (66). En esa investigación se siguió una cohorte de 8096 sujetos en seis ciudades con diferentes niveles de concentraciones de contaminantes promedio. El diseño encontró una fuerte asociación entre niveles de contaminación, especialmente por material particulado en todas sus fracciones y sulfatos con mortalidad total y cardiopulmonar. No encontró asociación con cáncer pulmonar. Con posterioridad ha sido revisada (67) y el seguimiento se ha extendido por otros ocho años, en un período en que la contaminación fue declinando. Si bien se midió el particulado grueso incorporado en el PM_{15} inicial y PM_{10} de los últimos

años, no hubo un análisis específico de la fracción gruesa en la publicación original. Las revisiones posteriores se han centrado en la fracción fina y el examen de la ventana temporal de exposición crónica que tiene efectos en la mortalidad. Junto a otra evidencia (el estudio de la cohorte de enfermeras) muestra evidencia que una disminución de la exposición de dos años puede tener un impacto positivo en la reducción de la mortalidad. En una revisión de la EPA de la data del estudio de las seis ciudades para la revisión de la norma de 1996 (68) se estimó un riesgo relativo de 1.19 (95% IC ,0.91-1.55) ante un incremento en $10 \mu/m^3$ en el PM_{2.5-15}. Sin lugar a dudas el estudio más influyente en la cuantificación de los efectos de la contaminación por partículas ha sido el seguimiento de la cohorte de la Sociedad Americana de Cáncer en cerca de 200 ciudades de USA con 500000 adultos y que el 2002 presentó un segundo seguimiento de 16 años.(69,70) Este estudio demostró efectos aproximadamente un orden de magnitud por sobre las estimaciones de los estudios de series temporales: 6 a 8% en la mortalidad cardiopulmonar y además encontró un efecto significativo entre 8 y 13 % ,dependiendo del período de exposición considerado, para cáncer pulmonar. El examen de los modelos que incorporaron la exposición a material particulado grueso (medida en forma indirecta) no encontró una asociación significativa.

Los estudios de cohorte europeos no han analizado en forma dirigida el impacto de la exposición a material particulado grueso y mortalidad. En general se han concentrado en estimar la exposición de la contaminación proveniente del tráfico (71) o mediciones de óxidos del nitrógeno (72).

Dos estudios de cohorte norteamericanos han reportado recientemente resultados a la exposición a PM_{10-2.5}. El estudio AHSMOG (73) que sigue una cohorte de adventistas no fumadores en California encontró una asociación marginalmente significativa entre la exposición a material particulado grueso y mortalidad por cardiopatía coronaria en mujeres con un riesgo relativo de 1.38 (IC 95%,0.97-1.95) de magnitud similar al efecto del PM_{2.5} en un modelo ajustado multivariante. En mujeres post-menopáusicas el riesgo relativo fue de

1.61 (IC 95%, 1.12-2.33). En hombres no hubo efecto con ninguna fracción. Los resultados eran robustos a la incorporación de los contaminantes gaseosos, pero no se probó el modelo con los dos componentes de particulado.

Otros estudios realizados en cohortes de mujeres (74-76) encuentran efectos significativos y superiores a los habituales con la exposición a PM_{2.5}. Sin embargo ninguno de ellos encontró asociación con particulado grueso. En el comentario de los autores se sospecha que la estimación imprecisa de la exposición al PM_{10-2.5} sea una explicación posible, a pesar que el modelo de exposición ha sido probado como consistente para la exposición de largo plazo. Un estudio publicado recientemente (77) de una cohorte masculina seguida con un protocolo similar al usado en la cohorte de enfermeras no encontró efecto para ninguna exposición a particulado. Los autores especulan con un efecto diferencial entre hombres y mujeres, o que las características socioeconómicas de la cohorte (con buen status socioeconómico) determinen una modificación de efecto.

Así mismo en un re-análisis de la cohorte de veteranos Lipfert (78, 79) encuentra una asociación más fuerte entre exposición a tráfico vehicular que a PM_{2.5}. Estudia además la exposición de largo plazo para PM_{10-2.5} y encuentra una asociación significativa con mortalidad total en un modelo de un contaminante (RR de 1.07 IC 95%, 1.01-1.12) ante un incremento de 10 µ/m³ en la fracción. Podemos concluir que la evidencia es aún fragmentaria e inconsistente en relación a los efectos sobre la mortalidad de la exposición crónica al particulado grueso. Se requieren más estudios con una mejor medición de la exposición para establecer la causalidad de la asociación. Desde la perspectiva inversa la evidencia no permite concluir que la exposición crónica no presenta riesgos para la población.

10.- Efectos en la salud del feto, neonato y recién nacido

Evidencia creciente ha relacionado la contaminación ambiental del aire con una serie de resultados adversos, tales como parto prematuro, bajo peso al nacer o

menor peso, recién nacidos pequeños para la edad gestacional (PEG), y también con mortalidad perinatal, especialmente postneonatal y anomalías congénitas. (80-86) Una revisión sistemática reciente del tema (87) concluye sobre un total de 41 estudios revisados el $PM_{2.5}$ se asocia a parto prematuro, bajo peso al nacer y PEG; así como el PM_{10} se correlaciona con PEG. La evidencia en relación al resto de los contaminantes no fue concluyente. Hace mención a las dificultades metodológicas para aislar los efectos de los contaminantes y lograr estimaciones apropiadas de la exposición que considere la movilidad de las embarazadas.

Otra revisión (88), esta vez de las anomalías congénitas asociadas a la contaminación concluye que hay evidencia sugerente que liga a la contaminación y ciertas anomalías congénitas, especialmente cardíacas, pero que aún faltan estudios con mejor evaluación de la exposición y otros que dilucidan los mecanismos que están detrás de tal asociación.

La revisión de la ISA (1) concluye que hay evidencia sugerente de una relación causal entre la exposición de largo plazo a $PM_{2.5}$ y resultados en salud reproductiva y del desarrollo.

El grueso de las investigaciones se ha llevado a cabo con mediciones de monitores o promedios de los condados, o modelos de dispersión de los contaminantes y se ha medido habitualmente PM_{10} o $PM_{2.5}$ que se encuentra en niveles inferiores a los encontrados en nuestro país.

Se encontraron dos estudios que hacen un análisis separado del $PM_{10-2.5}$. Parker JD (89) examinó por separado la exposición crónica durante los diferentes trimestres del embarazo a particulado fino y grueso en todo EEUU y encontró asociación con los niveles de $PM_{10-2.5}$ medido como la diferencia entre la medición por condado del PM_{10} y $PM_{2.5}$. Por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de incremento en el particulado grueso hubo una disminución de 13 gramos en el peso. El modelo consideraba tanto covariables confundentes de la madre como variables contextuales como región o dimensión urbano-rural. También

encontró gran heterogeneidad espacial, a lo que la autora atribuye los hallazgos inconsistentes que se encontraron hasta el 2004.

Ji-Young(90) Son por otra parte examina la asociación con la mortalidad infantil en una cohorte de 359459 recién nacidos, pero a diferencia de Bobak(91) y otros que usaron exposición diaria, evalúa la exposición crónica usando modelos de regresión de Cox extendida que permite agregar la contaminación como una variable tiempo dependiente. Encuentra una asociación para cada una de las fracciones de material particulado examinadas para mortalidad infantil de todas las causas en recién nacidos de peso normal, como también para mortalidad respiratoria. No hubo asociación con muerte súbita. Los riesgos relativos ante un incremento equivalente al intervalo intercuartílico del particulado fino fueron de 1.53 (1.22-1.90) para mortalidad por todas las causas y de 3.15 (1.26-7.85) para mortalidad respiratoria y de 1.19 (0.83-1.70) y 2.86 (0.76-10.85) para mortalidad total y respiratoria para el caso del particulado grueso. La exposición al particulado grueso fue 25 medida usando la resta del promedio de las mediciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ lo que podría sugerir que a pesar que la asociación no es significativa hay un sesgo de mala clasificación no diferencial hacia la nula.

Los estudios toxicológicos que dan plausibilidad biológica a los hallazgos están en fase de desarrollo. La revisión de la ISA (1) estima que hay evidencia en animales de experimentación que apoya la existencia de los efectos, pero los mecanismos son aún especulativos. Un artículo reciente de Pei-Chen Lee (92), que estudia 196 embarazos en un condado de California, encuentra elevación de los niveles de proteína C reactiva en el plasma de las embarazadas durante la primera mitad del embarazo, apoyando el mecanismo inflamatorio como aquel que media los efectos del material particulado.

La revisión de la ISA del 2009 concluye que la evidencia es insuficiente para decidir si el particulado grueso afecta la salud perinatal y reproductiva, basado en la escasez y calidad de las investigaciones que han estudiado la asociación.

En conclusión hay pocos estudios que examinen de manera específica los efectos del particulado grueso sobre la salud perinatal. Si bien no es posible establecer una asociación causal, los escasos estudios existentes lejos de descartar un efecto sobre el desarrollo del feto sugieren la posibilidad del mismo.

11.- Estudios toxicológicos

Se han realizado una gran cantidad de estudios toxicológicos, tanto in vitro como en animales de experimentación, fundamentalmente para comprobar la toxicidad de las diferentes fracciones del material particulado y su composición química, pero muy especialmente para establecer los mecanismos de daño que explican los hallazgos epidemiológicos y dar sustento biológico a la causalidad de la asociación.

Una revisión reciente (93) que contextualiza los estudios toxicológicos a la luz de la evidencia epidemiológica evalúa la importancia del tamaño del particulado, que siempre debe ser analizado en conjunto con el componente químico predominante. Es así como partículas de poliestireno de diferente tamaño parecen indicar que el daño se asocia a la superficie de contacto del total de partículas, pero al mismo tiempo se reconoce que cierto particulado grueso puede ser aún más tóxico que el fino a una misma masa a pesar de las diferencias de superficie de contacto. Este hecho se debe a la diferente reactividad química de los compuestos.

Por ejemplo Wegesser (94) compara la toxicidad del $PM_{10-2.5}$ y el $PM_{2.5}$ provenientes de los extensos incendios forestales ocurridos el 2008 en California y de ambas fracciones de la contaminación habitual. En ese estudio se instiló a nivel traqueal una solución en ratas de ambos componentes y se midió el efecto inflamatorio detectando la cantidad de neutrófilos, la concentración de proteínas en el lavado bronquio-alveolar (BAL) y el daño histológico provocado. Se concluye que el material particulado del incendio contiene elementos más tóxicos a igual masa que el particulado ambiental

habitual. Además la toxicidad de ambas fracciones aparece similar. Sin embargo los autores previenen que el uso de instilación traqueal puede enmascarar las diferencias reales entre contaminantes en condiciones de exposición habitual.

Un estudio de Happonen (95) evalúa los efectos inflamatorios de la instilación a nivel traqueal de concentrados de tres fracciones del particulado ($PM_{10-2.5}$, $PM_{2.5-0.2}$ y $PM_{0.2}$) provenientes de recolección de campañas de monitoreo en seis ciudades europeas a través de la medición en el líquido del BAL de proteínas, neutrófilos, LDH y mediadores de la inflamación de una cepa de ratones. Concluye que el particulado grueso tiene mayor actividad inflamatoria que el fino, y que el ultrafino sólo causa un nivel de inflamación muy escasa. La variabilidad de los efectos fue mayor para el material particulado fino que para el grueso.

Jalava (96) estudia las mismas muestras en una preparación in vitro de una línea celular de macrófagos. Se midieron una serie de mediadores de la inflamación, óxido nítrico, y citokinas (factor de necrosis tumoral alfa e interleukina 6) junto a un test de citotoxicidad (MTT) y análisis de la apoptosis y ciclo celular. Nuevamente las muestras de $PM_{10-2.5}$ tuvieron mayor efecto inflamatorio que las de $PM_{2.5-0.2}$ y $PM_{0.2}$. Sin embargo hubo marcada heterogeneidad por ciudad y estación del año siendo esta mayor para el particulado fino y ultrafino. Por ejemplo las muestras del $PM_{2.5-0.2}$ durante la primavera en Barcelona y verano de Atenas fueron las con más poder inflamatorio. Los autores especulan que esto puede deberse a la intensa actividad fotoquímica durante tales campañas. La muestra de $PM_{0.2}$ proveniente del invierno de Praga tuvo el mayor poder citotóxico y apoptótico. Los autores concluyen que el tamaño de las partículas, fuentes y procesos de transformación afectan el perfil de citotoxicidad del material particulado urbano.

Cho (97) estudia la toxicidad in vivo en ratones de diferentes fracciones de tamaño de particulado recolectados a diferentes distancias de una autopista urbana en Carolina del Norte. Los ratones recibieron la dosis por aspiración oro faríngea. Se midió el resultado inflamatorio, la función pulmonar con un test de

broncoreactividad y la fisiopatología cardíaca a las 18 horas. Además se analizó la composición química de las muestras. La composición de las muestras cercanas a la autopista era similar a las muestras alejadas, pero presentaban una concentración mayor y mayor proporción de endotoxinas y metales. El material particulado grueso mostró en general un mayor efecto sobre el pulmón y el fino sobre el corazón.

Otra revisión de Valavanidis (98) concluye que la toxicidad depende inversamente del tamaño del particulado y muy especialmente de la naturaleza química del mismo.

Por último Schwarze (99) que revisa la importancia del tamaño y la composición de las partículas para el efecto sobre las células in Vitro, concluye que en general el particulado grueso presenta un potencial similar de daño inflamatorio al fino en una base de equivalencia de masa. Este fenómeno se ha hipotetizado que se relaciona a la presencia de endotoxinas en esa fracción, pero otros estudios revisados en (93) encuentran que sobrepasa ese mecanismo.

Podemos concluir que a pesar que es necesario tomar en consideración la diferencia entre las concentraciones ambientales y las alcanzadas por instilación traqueal en el escenario experimental, así como el diferente comportamiento en la depositación en el árbol bronquioalveolar de las diferentes fracciones de PM, el potencial del particulado grueso para inducir efectos a nivel pulmonar no puede ser descartado. Los efectos mutagénicos y carcinogénicos del particulado grueso no se han estudiado experimentalmente de manera específica para la fracción.

12.- Estudios en Chile

En Chile la preocupación por los altos niveles de contaminación vienen de la década de los 80, materializándose a fines de ella una red de monitoreo con

mediciones diarias de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y otros contaminantes criterio. Esto junto a la existencia de registros de mortalidad y más recientemente de morbilidad apropiados ha permitido la realización de una serie de estudios de los efectos agudos de la contaminación atmosférica muy poco después de los trabajos pioneros de este tipo de estudios.(100,101,14,34) , y dado altos niveles de particulado producto de las características de la cuenca y las condiciones meteorológicas que permiten un adecuado poder estadístico, se han seguido estudiando efectos por parte de investigadores nacionales y extranjeros.(102-106) La situación se ha replicado con posterioridad en otras ciudades como Temuco que presenta condiciones de saturación en invierno.(107,108).

En relación a los efectos del Material particulado grueso, el estudio de Cifuentes (14) que usó mediciones directas del mismo (se usaron sensores dicotómicos localizados en parte de la red, registros analizados en (109)) permitió mostrar que el particulado grueso presentaba un efecto en la mortalidad diaria., aunque el beta correspondiente perdiera significancia estadística en el modelo que incluía $PM_{2.5}$.

Con posterioridad no se ha estudiado directamente el particulado grueso, a excepción del estudio de Ilabaca(34) en morbilidad infantil en el Servicio de Urgencias del Calvo Mackenna, con resultados positivos ya comentados, pero con una estructura de rezagos más extensa a la que se acepta habitualmente. Recientemente Cakmak (103) estudió la asociación de componentes del particulado fino, identificados por análisis factorial. Es interesante que dentro de los factores identificados, uno de ellos contenía sílice y representa al suelo o a material de la corteza. Este componente se asoció más débilmente que los derivados de la combustión, con la mortalidad cardiovascular y respiratoria, pero no con la mortalidad por todas las causas no externas. Los autores sostienen que esto puede deberse a la acción directa del sílice que provocaría inflamación en la vía aérea o a que este transporta algunos elementos provenientes de emisiones de la combustión del diesel. Al evaluar los efectos en las visitas a emergencia Cakmak (102) encontró que el componente “suelo” se asociaba con mayor fuerza a la morbilidad respiratoria.

Cifuentes (110) al realizar un análisis de la conveniencia de mantener la norma anual de PM_{10} , y usando sólo los efectos del $PM_{2.5}$ derivados de los estudios de cohorte norteamericanos, en especial el estudio de la cohorte de la Sociedad Americana de Cáncer, llega a la conclusión que tal mantención es costo-eficiente en particular mientras se llega a los niveles más restrictivos de la norma de $PM_{2.5}$ en el año 2021. El grueso de estos beneficios se obtiene en el Gran Santiago y las ciudades del sur. Si aceptamos algún grado de riesgo de la exposición crónica para el particulado grueso, su regulación también sería costo-beneficiosa en las ciudades del norte de Chile, donde en algunas zonas es predominante.

13.- Conclusiones

Existen en general dos posiciones en relación al significado que se da a la evidencia reunida en la amplia variedad de estudios que han demostrado efectos en la salud de la contaminación del aire. Por un lado están quienes creen que el gran responsable de estos efectos puede ser identificado con el material particulado fino. Para ejemplificar esta postura podemos citar a Joel Schwartz, un influyente investigador en el área y que ha ejercido cierto liderazgo en las visiones que sustenta. Su respuesta a una carta sobre la posibilidad de efectos deletéreos del particulado grueso evidenciado en un episodio es tajante en negar la posibilidad de efectos del particulado grueso, basado en sus propios estudios empíricos.

Por otra parte están aquellos que sin desestimar la importancia del particulado fino, consideran que es la mezcla de contaminantes la que provoca los efectos, y es muy difícil asignar responsabilidades específicas. Es así como Perez y Künzli (111) sostienen:

“Mientras que los estudios experimentales confirman un rango de efectos relacionados a contaminantes únicos, debe ser enfatizado que los efectos de la contaminación del aire ambiental no pueden ser atribuidos a un único contaminante en la mezcla. En contraste (como en el caso del humo del

tabaco) muchos contaminantes actúan juntos en una serie de mecanismos parcialmente interrelacionados, que resultan en las asociaciones observadas entre los niveles de contaminación actuales de contaminación del aire y un rango de efectos en salud.”

Para ser justos, ambas posiciones son de énfasis, la postura de este grupo reconoce en la contaminación de origen antropogénico, y en especial la combustión del combustible fósil como el principal responsable de los efectos. Sin embargo también debemos reconocer que el dogma de que el material particulado fino (incluyendo al ultrafino) es el único causante de los efectos en salud parece ir desmoronándose y autores como el propio Schwartz (9) reconocen los efectos agudos que provoca el particulado grueso.

Si consideramos la evidencia de los estudios toxicológicos que documentan desde cambios inflamatorios a efectos carcinógenos provocados por la exposición a material particulado grueso de diversa condición, los estudios que muestran la asociación del $PM_{10-2.5}$ a efectos agudos y la escasez de estudios epidemiológicos sobre efectos crónicos que hayan examinado tal asociación, parece al menos aventurado desestimar estos efectos crónicos. El principio precautorio reconoce de algún modo que de existir dudas razonables que un contaminante ejerza un efecto deletéreo no banal debe ser apropiadamente regulado, hasta que se reúna evidencia que permita confirmar o descartar tales efectos.

El informe que sustenta los estándares propuestos por la OMS afirma a este mismo respecto:

“El PM_{10} se sugiere como un indicador relevante para la mayoría de la evidencia epidemiológica y para el que hay una data más extensa de mediciones en todo el mundo. Sin embargo, como se discute más abajo, los valores numéricos para las normas-guías propiamente tales están basados en estudios que usaron $PM_{2.5}$ como indicador, y una razón de $PM_{2.5}$: PM_{10} de 0.5

se usó para derivar el valor apropiado de la norma-guía de PM₁₀. Esta razón de 0.5 es cercana a las observadas típicamente en áreas urbanas en los países en desarrollo y se encuentra en la base del rango (0.5-0.8) encontrado en las áreas urbanas de los países desarrollados. Si se justifica por las condiciones locales, esta razón puede ser cambiada basada en la información local cuando las normas del país sean establecidas.

Basado en los efectos en la salud conocidos, normas tanto para exposición de corto plazo (24 horas) y largo plazo (anual) son necesarias para ambos indicadores de Material Particulado.”(112)

Por otra parte la inocuidad del material particulado que se origina en la corteza es puesto cada vez más en duda. En nuestro país donde una fracción de esa contaminación puede provenir de la actividad minera y por lo tanto estar en parte constituida por elementos de transición como el cobre. Esto sin desconocer que tal elemento, así como el arsénico proviene de igual manera de procesos industriales como las fundiciones que aportan al PM_{2.5}.

Una visión diferente de la evidencia es la que presenta la revisión de la ISA (1,113). En ella ninguno de los efectos crónicos a nivel cardiovascular, respiratorio, carcinogénico, del embarazo y fisiología reproductiva, así como en relación a la mortalidad total y por causas específicas parece tener suficiente evidencia epidemiológica, a pesar de presentar evidencia toxicológica creciente.

Por último se hace necesario reconocer que estos resultados negativos o contradictorios en el ámbito epidemiológico pueden tener en parte su origen en aspectos metodológicos de los estudios que evalúan los efectos del material particulado grueso que no han sido del todo resueltos. En particular los sesgos que provienen de la medición inadecuada de la fracción gruesa ya sea porque no se le mide directamente o porque su representación espacial con los monitores actuales es menos consistente que para el particulado fino.

Fotografías



Inicio de la excavación



Salida del material excedente



Están echando agua para no levantar polvo al momento de excavar



Algunos de los inconvenientes al momento de dejar el material



Realizando la entrevista a los trabajadores de la obra



PRIMERA LECTURA

CAPITULO II

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROYECTO “JUSTO JUEZ” MAJES.

2.1. METODOLOGIA

El proyecto “Justo Juez “ se encuentra ubicado en la Provincia de Caylloma, Distrito de Majes de la Región de Arequipa, debe cumplir las regulaciones en materia ambiental que existe tanto en las direcciones regionales de Vivienda y Construcción como las municipalidades locales.

La metodología incluye un estudio del ambiente actual de la zona, la identificación de los posibles impactos, el plan de manejo ambiental las medidas de mitigación para la prevención y/o control de los impactos identificados y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones del proyecto propuesto.

2.2. ESTUDIO DEL AMBIENTE

La cuantificación de los posibles impactos adversos y/o beneficiosos que ocasionará la instalación del proyecto, requiere la descripción del ambiente físico, del ambiente socio-económico y cultural que presenta el área en la cual el proyecto “Justo Juez” iniciará sus operaciones.

Las descripciones mencionadas, indican los estudios actuales de la zona a ser impactada por las actividades del proyecto.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO

El ambiente físico del proyecto “Justo Juez” puede ser descrito de la siguiente manera:

a) Ubicación, topografía y fisiográfica del proyecto.

Esta sección sirve de inicio para establecer las condiciones ambientales existentes. Aquí se conocen las características topográficas y fisiográficas para identificar los recursos

ambientales que pueden ser impactados por las actividades del proyecto. Se presentan las siguientes características:

- **Mapa base**

Muestra la ubicación del proyecto propuesto y los límites del área del proyecto en cuanto a las siguientes características:

- Asentamientos y centros poblados.
- Caminos
- Características topográficas regionales o locales.
- Corrientes, lagos, ríos, reservorios y humedades.
- Áreas naturales protegida.
- Áreas agrícolas reservadas o cultivadas adyacentes al lugar del proyecto.

El mapa base debe ser preparado a una escala de 1:25,000 o cualquier otra escala que permita una presentación clara de las características anteriormente indicadas. La extensión del área del mapa base, abarca como mínimo las áreas que pueden ser impactadas potencialmente por el proyecto. Asimismo, incluye las distancias del área del proyecto a los centros poblados vecinos e identificar los tipos de caminos de acceso a la zona del proyecto.

- **Plano fotográfico del área del proyecto**

Sirve como base para presentar la siguiente información:

- Características fisiográficas existentes en el área del proyecto como manantiales, drenajes y otros.
- Título de propiedad y límites del proyecto.
- Uso del terreno.
- Perfil del proyecto.
- Instalaciones del proyecto.
- Otros.

b) **Clima y metereología**

Las características metereológicas y climáticas del área del proyecto, deben incluir:

- Precipitación.
- Temperatura.

- Velocidad, dirección y características de difusión del viento
- Evaporación
- Ocurrencia de condiciones climáticas severas.
- Otros datos que describen el clima y las características meteorológicas requeridas para el diseño del proyecto.

c) Calidad del aire

Debido a las características del proyecto, se intuirá:

- Partículas suspendidas por el viento resultante de las actividades de excavación, remoción de tierra y agregados, transporte, transferencia de material, erosión eólica durante el minado de la superficie.
- Emisión de gases de las operaciones de equipos y maquinarias Diesel así como vehículos gasolineros.

d) Geología y sismicidad

Las características del lecho rocoso, los depósitos de suelo y desmonte no consolidado deben ser determinados para comprender la geología del lugar. Esto permitirá conocer el grado de influencia que tendrá el proyecto en el área designada.

La información necesaria que describe estas características son:

- **Depósitos de suelo y desmonte no consolidado.**
 - Espesor y área de extensión de las unidades.
 - Litología. Mineralogía.
 - Tamaño y clase de partículas.
 - Porosidad.
- **Lecho del suelo.**
 - Tipo de lecho de roca
- **Litología, petrología.**
 - Estructura (pliegues, fallas).
 - Discontinuidad (grietas, fracturas)

- Características inusuales.
- Mineralogía

- **Geomorfología**

- Potencia de erosión del suelo
- Movimiento de canales
- Desprendimientos.

e) Suelos.

La información de base de suelos, debe incluir los siguientes:

- Identificar los tipos y características del suelo para el crecimiento de las plantas y sus utilidades de ingeniería.
- Estimar el potencial de erosión y de protección.
- Estimar la cantidad de recursos a ser almacenados (capa superficial).
- Determinar cualquier alteración y efectos previos del suelo.

f) Recursos de agua.

Los recursos de agua constituyen una categoría ambiental compleja y dinámica. Se debe desarrollar información tanto cualitativa como cuantitativa para caracterizar en forma adecuada el recurso, los usos y los impactos potenciales de los recursos. Los recursos agua están conformados por los cuerpos de agua superficial y de agua subterránea.

- **Agua superficial**

- Modelos de drenaje
- Estructuras hidráulicas
- Flujos de agua superficiales y potencial de inundación.
- Calidad de agua superficial.
- Usos de agua superficial.

- **Aguas subterráneas.**

- Presencia de agua subterránea.
- Movimiento de agua subterránea.
- Carga/descarga de agua subterránea.

- Calidad de agua subterránea.
- Uso de agua subterránea.

2.2.2 DESCRIPCION DEL AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO Y CULTURAL

Se describe en esta sección las actividades o procesos económicos o sociales que puedan ser influenciados directa o indirectamente por el proyecto.

Algunos factores importantes para determinar el nivel de descripción, incluyen.

- Duración del proyecto.
- Tamaño de la zona más afectada.
- Ubicación del proyecto.
- Probabilidad de expansión de la actividad del proyecto.

a) Ambiente social

El ambiente social puede ser caracterizado en términos de consideraciones sociales, población, servicios e infraestructura.

- **Consideraciones sociales.**
 - Variaciones en las comunidades afectadas
 - Control sobre los recursos locales.
 - Aspectos institucionales.
- **Población.**
 - Censo de población.
 - Características de la población.
 - Tendencia y porcentajes de crecimiento.
 - Distribución de la población
- **Servicios sociales.**
 - Salud.
 - Educación.

- **Infraestructura.**
 - Infraestructura de tratamiento y abastecimiento de agua.
 - Infraestructura sanitaria.
 - Infraestructura de transporte.

b) Ambiente económico

Como mínimo el ambiente económico debe incluir:

- Usos y valores de la tierra.
- Empleo.
- Ingresos locales y regionales.

c) Ambiente cultural

Consiste de varios recursos que incluyen:

- Áreas arqueológicas
- Lugares históricos.
- Áreas científicas.
- Áreas relacionadas con el ser humano.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

2.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES

Esta sección describe los potenciales impactos adversos o benéficos de cada actividad del proyecto y su relativa significancia. Se hace notar que la clasificación ni es exhaustiva, ni excluyente, esto es, pueden ser impactos no descritos, y un impacto concreto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos topológicos.

a) Por la variación de la Calidad Ambiental.

- **Impacto positivo.**

Aquel, admitido como tal tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actualidad contemplada.

- **Impacto negativo.**

Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valores naturalísticos, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfico, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

b) Por la intensidad (grado de descripción)

- **Impacto notable o muy alto.**

Aquel cuyo efecto se manifiesta como una modificación del Medio Ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto. En el caso de que la destrucción sea completa, el impacto se denomina TOTAL.

- **Impacto mínimo o bajo.**

Aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

- **Impacto medio o alto.**

Aquellos cuyos efectos se manifiesta como una alteración del Medio Ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

c) Por la extensión

- **Impacto puntual**

Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado nos encontramos ante un Impacto Puntual.

- **Impacto parcial**

Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.

- **Impacto externo**

Aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

- **Impacto total**

Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.

- **Impacto de ubicación crítica.**

Aquel en que la situación en que se produce el impacto sea crítico. Normalmente se da en impactos puntuales.

d) **Por el momento en que se manifiesta.**

- **Impacto latente.**

Es aquel cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca (tanto como a mediano como a largo plazo), como consecuencia de una aportación progresiva de sustancias o agentes, inicialmente inmersos en un umbral permitido y debido a su acumulación y/o a su sinergia, implica que el límite sea sobrepasado, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

- **Impacto inmediato.**

Aquel en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo.

- **Impacto de momento crítico.**

Aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación.

e) **Por su persistencia.**

- **Impacto temporal.**

Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.

Si la duración del efecto es inferior a un año, consideramos que el impacto es *fugas*, si dura entre 1 y 3 años, *temporal*, propiamente dicho y si dura entre 4 y 10 años, *persistente*.

- **Impacto permanente.**

Aquel cuyo efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

f) **Por su capacidad de recuperación.**

- **Impacto irrecuperable.**

Aquel en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

- **Impacto irreversible**

Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales a la situación anterior a la acción que la produce.

- **Impacto Reversible**

Aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

- **Impacto mitigable.**

Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

- **Impactos Recuperables.**

Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

- **Impacto fugaz.**

Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de las actividades y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

g) **Por la relación causa –efecto.**

- **Impacto directo o primario**

Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental. También podríamos decir que ocurren al mismo tiempo que se inicia las actividades del proyecto. Los impactos primarios son asociados con la construcción, operación y/o mantenimiento de la actividad. Generalmente son visibles y cuantificables.

- **Impacto indirecto o secundario.**

Aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro. Ocurren después que se haya realizado la actividad del proyecto. Estos impactos son cambios indirectos o inducidos en el ambiente, en la población, en el crecimiento económico y en el uso del terreno.

h) **Por la interrelación de acciones y/o efectos.**

- **Impacto simple.**

Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.

- **Impacto sinérgico.**

Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

i) **Por su periodicidad**

- **Impacto continuo.**

Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

- **Impacto distontinuo**

Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

- **Impacto periódico.**

Aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo.

- **Impacto de apariencia irregular.**

Aquel cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencias, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.

j) Por la necesidad de aplicación de medidas correctoras.

- **Impacto ambiental crítico.**

Efecto cuya magnitud es superficial al umbral aceptable. Con el se produce una pérdida permanente de la calidad de las acciones ambientales, sin posible recuperación incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata pues de un impacto irrecuperable.

- **Impacto ambiental severo**

Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo dilatado.

Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras.

- **Impacto ambiental moderado.**

Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiental no requiere un largo espacio de tiempo.

2.3.2 MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Los impactos que el proyecto "Justo Juez" pueda alcanzar en la zona de Majes, pueden ser estimados mediante el método de la Matriz de Leopold y el método de Battelle. A continuación se describirán en forma breve ambos métodos para lograr compararlos y apreciar las ventajas y desventajas de cada uno.

2.3.2.1 MATRIZ DE LEOPOLD

Es un método cualitativo y muy valioso para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto, describiéndose a continuación este método que es muy conocido y ampliamente difundido.

Fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental.

Este método consiste en un cuadro de doble entrada – matriz – en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados (componentes y características ambientales), y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos (acciones causales).

Uno de los aspectos más atractivos de la matriz de Leopold es que puede extenderse o contraerse; es decir el número de acciones puede aumentarse o disminuirse del total de 100, y el número de factores ambientales puede aumentarse o disminuirse de los cerca de 90 propuestos, aunque conviene destacar que, de éstas, son pocas realmente importantes, pudiendo concluir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual resultará más cómodo operar ya que no suelen pasar de 50.

Cada cuadrícula de interacción se dividirá en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud, M (extensión de impacto) precedido del signo + o – según el impacto sea positivo o negativo en una escala del 1 al 10 (asignando el valor 1 a la alteración mínima y el 10 a la máxima).

En el triángulo inferior contará la importancia, I (intensidad o grado de incidencia) también en una escala del 1 al 10. Ambos estimados se realizan desde un punto de vista subjetivo al no tener criterios de valoración, pero si el equipo evaluador es multidisciplinario, la manera de operar será bastante objetiva en el caso en que los estudios que han servido

como base presenten un buen nivel de detalle y se haya cuidado la independencia de juicio de los componentes de dicho equipo.

El sumario por filas nos indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio o por tanto, su agresividad.

Así pues, la matriz se convierte en un resumen y en el eje del Estudio del Impacto Ambiental adjunto a la misma, que nos sirvió de base a la hora de evaluar la magnitud y la importancia.

Es importante destacar que se deben evitar duplicaciones obtenidas en la matriz, ya que se nos puede presentar la misma interacción con distinto nombre como otra distinta, haciendo que se estudie por duplicado una misma acción.

Tal vez una de las desventajas relativamente significativas de este método sea que interaccione la subjetividad de los expertos consultados y en razón a los juicios con una amplia variedad de niveles de experiencia en el campo ambiental. Esta subjetividad se reduce al cuantificar (método Battelle-Columbus) los impactos, sin embargo, es necesario contar con las funciones de transformación específicas correspondientes a cada actividad del proyecto en cuestión.

2.3.2.2 METODO DEL INSTITUTO DE BATTELLE-COLUMBUS

Consideraremos una visión más detallada de este método por ser uno de los pocos estudios serios sobre la valoración cuantitativa que por el momento existe.

El método permite la evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos.

Con éste procedimiento se puede conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto posible.

La base metodológica es la definición de una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, merecedores de considerarse por separado, que nos indican además la representatividad del impacto ambiental derivadas de las acciones consideradas.

Estos 78 parámetros se ordenan en primera instancia según 18 componentes ambientales agrupados en cuatro categorías ambientales.

Es decir se trata de un formato en forma de árbol conteniendo los factores ambientales en cuatro niveles categorías, componentes a los del segundo, los del tercer parámetros y a los del cuarto medidas.

Estos niveles van en orden creciente a la información que aportan, constituyendo el nivel tres la clave del sistema de evaluación, en los que cada parámetro representa un aspecto ambiental significativo, debiendo considerarse especialmente.

Los parámetros serán fácilmente medibles, estimándose por medidas o niveles, siendo los datos del medio, necesarios para obtener aquella estimación, la cual, siempre que sea posible, se deducirá de mediciones reales.

En cada Evaluación de Impacto Ambiental concreta, una vez obtenidos los parámetros que responden a las exigencias planteadas, se transformarán sus valores correspondientes en unidades conmensurables, mediante técnicas de transformación, siendo una de las más usadas las que emplea las *funciones de transformación*. Las medidas de cada parámetro en sus unidades características, inconmensurables, se trasladan a una escala de puntuación 0 a 1, que representa el índice de calidad ambiental, en unidades conmensurables.

A cada parámetro, expresado en unidades de calidad ambiental, gracias al uso de las funciones de transformación, se le asigna un valor resultado de la distribución de 1.000 unidades, el cual se estima según su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Quedando ponderados, de esta manera, los distintos parámetros.

Efectuando la suma ponderada de los factores, se obtiene el valor de cada componente, categoría y el valor ambiental total.

Aplicando el sistema establecido a la situación del medio si se lleva acabo el proyecto y a la que tendría el medio si este no se realiza, por diferencia, obtendríamos el impacto neto del proyecto para cada parámetro considerado. Gracias a la transformación en unidades conmensurables mencionada anteriormente de los valores de cada parámetro, podremos sumar y evaluar el impacto global de las distintas alternativas de un mismo proyecto.

Interesa destacar que la asignación de valores a cada parámetro tendrá que revisarse según el proyecto en cuestión, ya que su valor puede variar, dependiendo de su mayor o menor incidencia en la evaluación del impacto ambiental.

Se debe indicar, que para el llenado y completado de este método participaron diferentes especialidades, tales como: Ingeniero Civil, Ingeniero Químico, Ingeniero Ambiental, Ingeniero Geólogo, Biólogo, Médico y consultores especializados en el campo ambiental. En cuanto a las instituciones consultadas, se puede citar al FONCODES, PRONAMACH,

MINSA, MINAG, MITINCI, SUNAT, INEI, MUNICIPIO DISTRITAL DE MAJES, MUNICIPALIDAD DE AREQUIPA, REGION AREQUIPA Y ONG'S.

Funciones de transformación. Las funciones de transformación relacionan la magnitud de un factor ambiental y la calidad ambiental. Estas funciones, o curvas de calidad, permiten homogeneizar las diferentes unidades de medidas de los indicadores de los factores afectados por cada proyecto o actividad objeto del estudio del impacto ambiental, y expresarlas en unidades abstractas de valor ambiental.

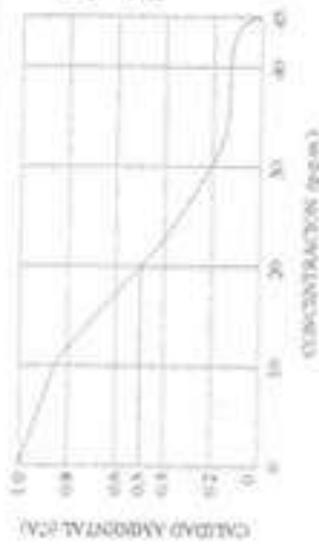
De cualquier manera, es importante tener en cuenta el criterio seguido en el diseño de la función. Unos autores sitúan, los niveles del indicador contaminante iguales al máximo tolerado por la legislación, en un índice de calidad igual a 0.5, y otros en un índice igual a cero.

En el primer caso, valores de Calidad Ambiental por debajo de 0.5, son inadmisibles o al menos peligrosos y sujetos a atención especial.

En el segundo caso son admisibles todos los valores de Calidad Ambiental superiores a 0. Cualquier criterio es correcto, siempre que se tenga para todas las funciones de transformación de un Estudio de Impacto Ambiental.

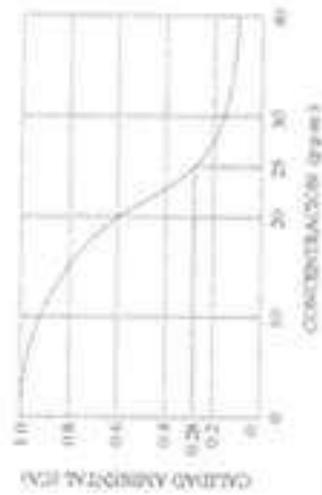
Como en definitiva lo que valoramos, son las *variaciones de la calidad ambiental entre la situación operacional y la preoperacional (CON - SIN)*, los resultados obtenidos son comparables.

MONOXIDO DE CARBONO (1)



Indicador del Factor
 Concentración medida en 3 horas
Unidad de medida
 P.P.M.

HIDROCARBUROS (1)



Indicador del Factor
 Concentración medida en 3 horas
Unidad de medida
 P.P.M.

MONOXIDO DE CARBONO (2)

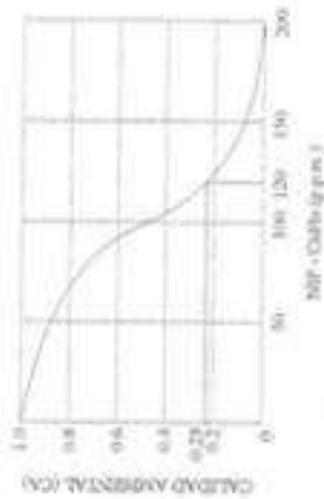


Indicador del Factor
 Nivel de emisión promedio por el número de personas afectadas.

$$NIP = \frac{A}{B} \times C \times D \times E$$

A = Nivel de emisión medida durante, hora o turno.
 B = Número de habitantes o personas afectadas.
 C = Número total de habitantes en el entorno considerado.
 D = Área circular de 300 m de radio o trazo rectangular de 300 m a cada lado del eje de la vía, en el caso de una vía de circulación.
Unidad de medida
 P.P.M.

HIDROCARBUROS (2)

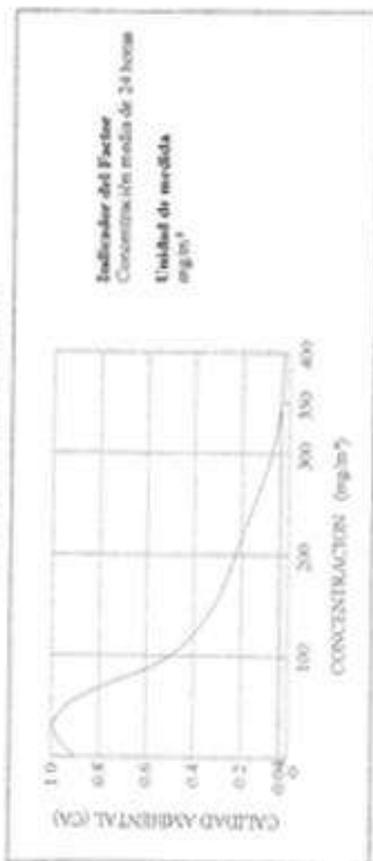


Indicador del Factor
 Nivel de emisión promedio por el número de personas afectadas.

$$NIP = \frac{A}{B} \times C \times D \times E$$

A = Nivel de emisión medida durante, hora o turno.
 B = Número de habitantes o personas afectadas.
 C = Número total de habitantes en el entorno considerado.
 D = Área circular de 300 m de radio o trazo rectangular de 300 m a cada lado del eje de la vía, en el caso de una vía de circulación.
Unidad de medida
 P.P.M.

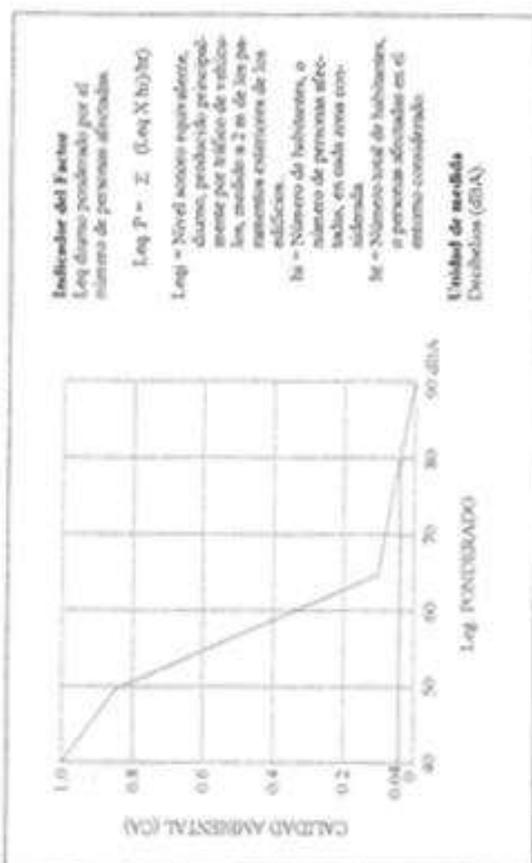
PARTICULAS SOLIDAS



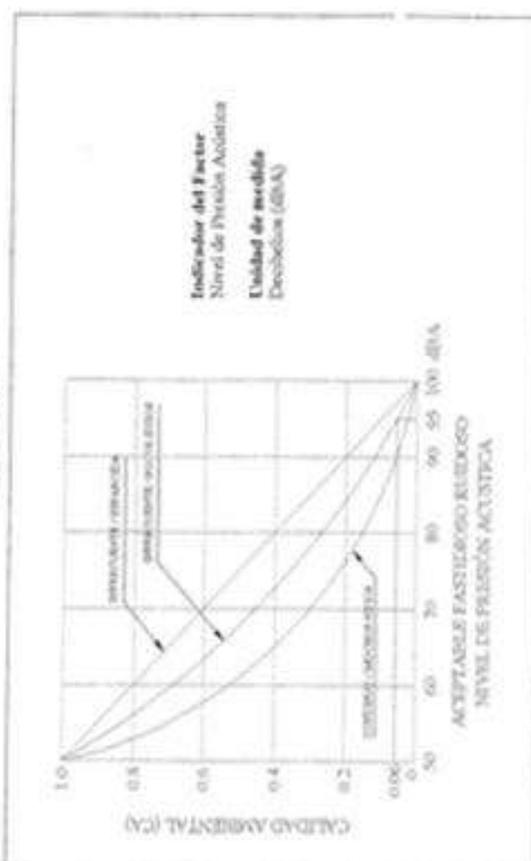
SONIDO



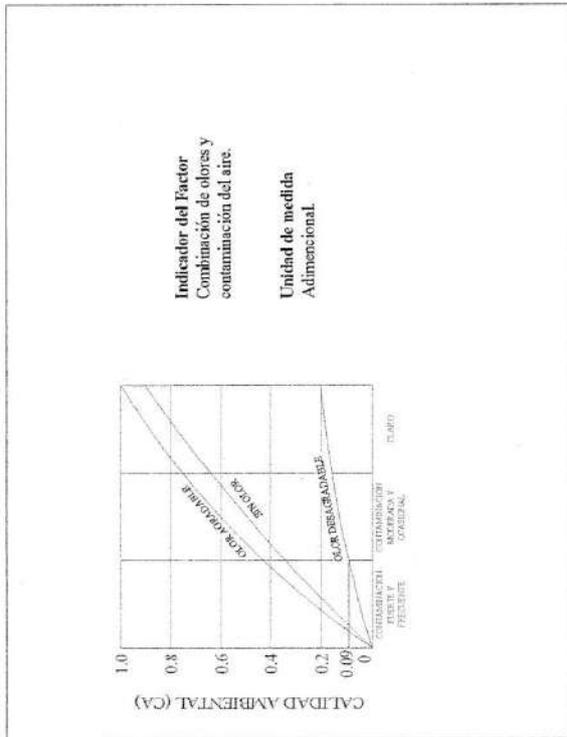
RUIDO (2)



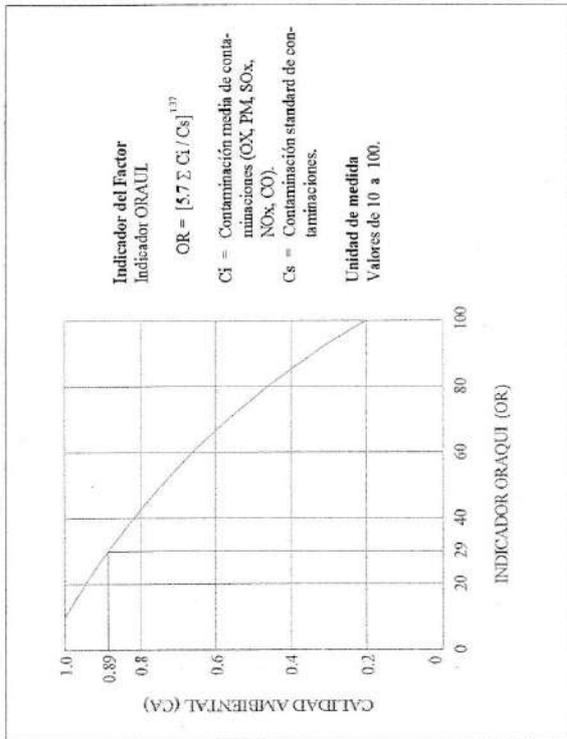
RUIDO (1)



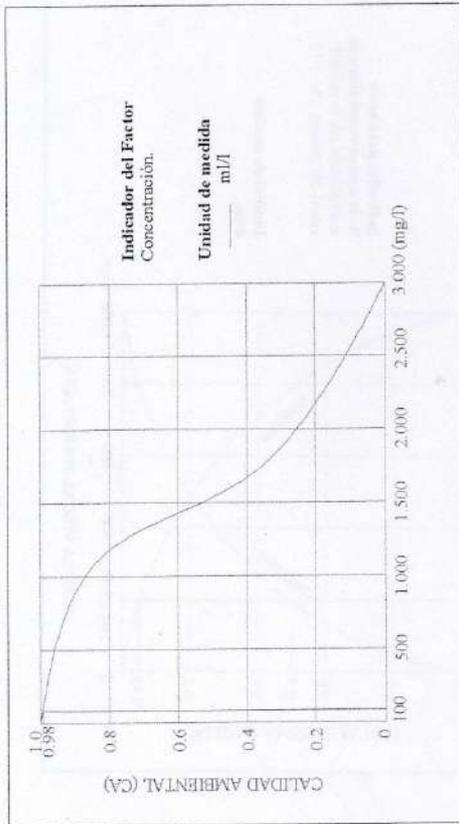
OLOR Y VISIBILIDAD



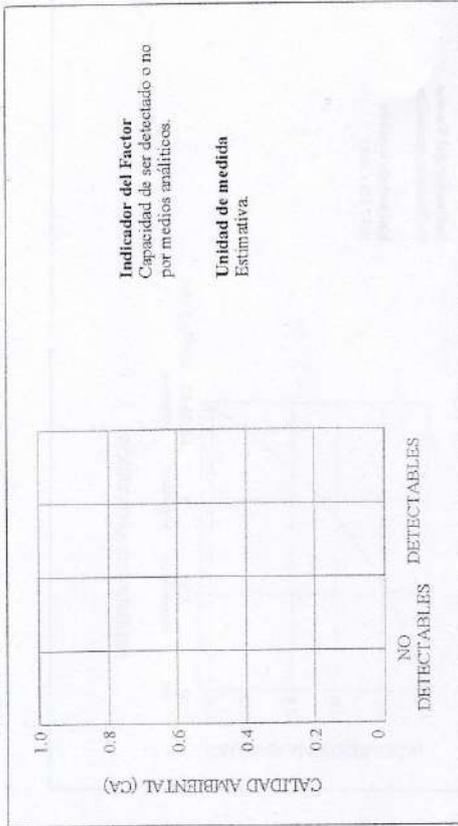
CALIDAD DEL AIRE



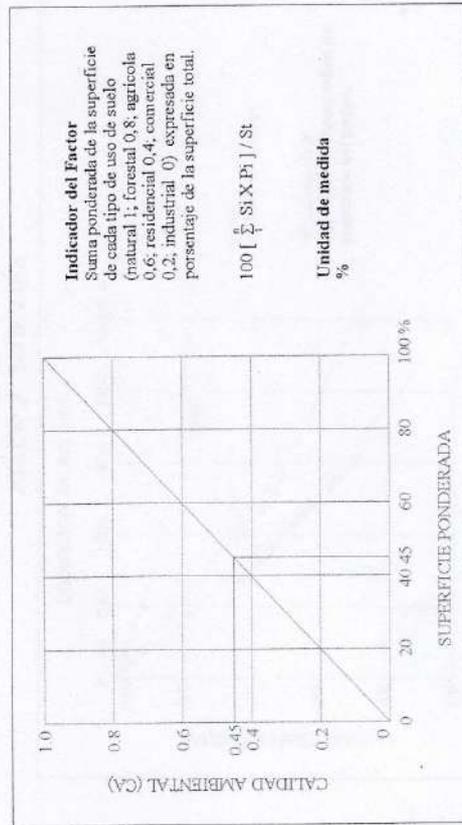
SOLIDOS DISUELTOS TOTALMENTE



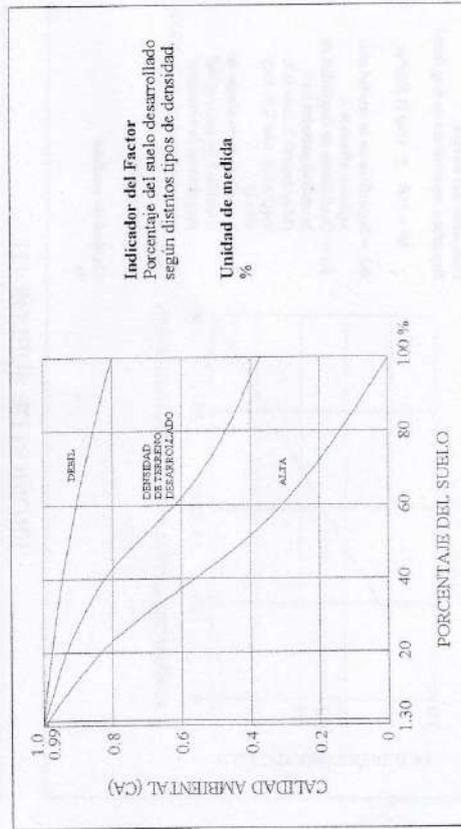
SUSTANCIAS TOXICAS (EXCEPTO PLAGUICIDAS)



USO DEL SUELO



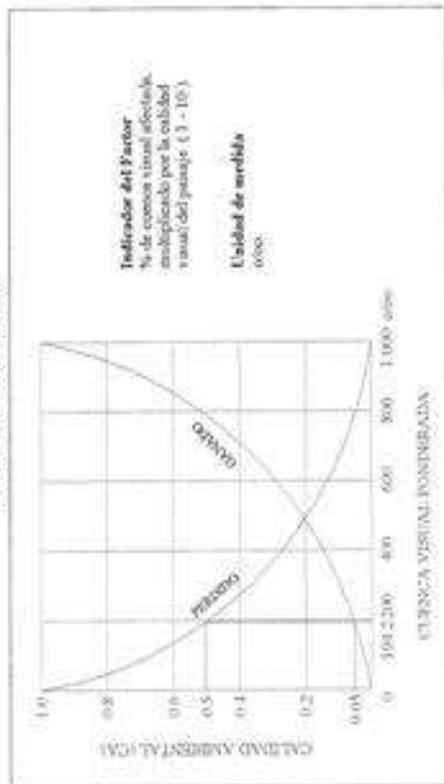
USO DEL SUELO (CONTINUACION)



RELIEVE Y CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS



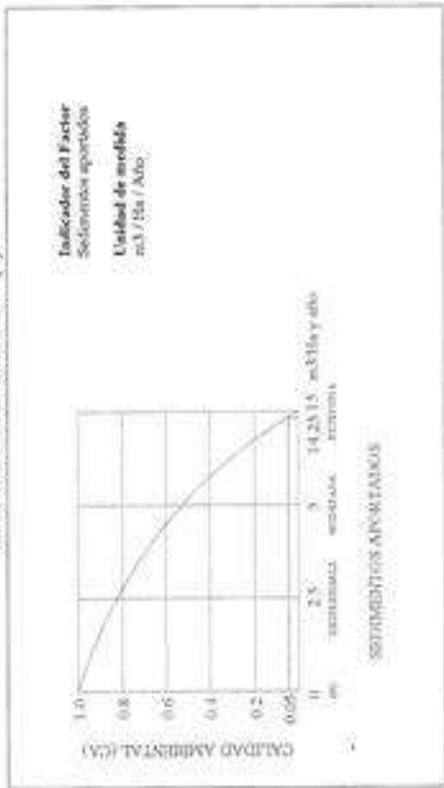
VISTA Y PAISAJES



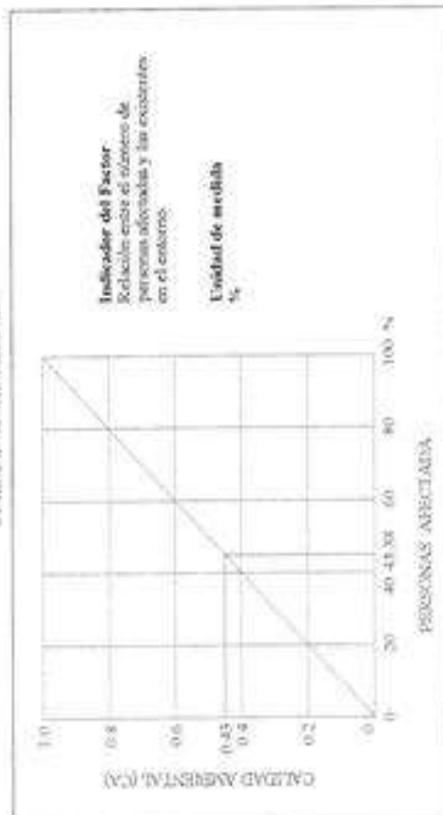
ALTERACION DEL PAISAJE



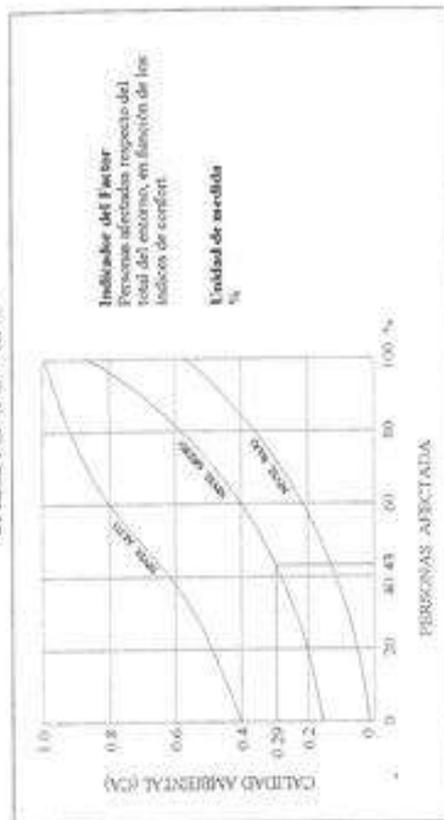
EROSION DE SUELOS (I)



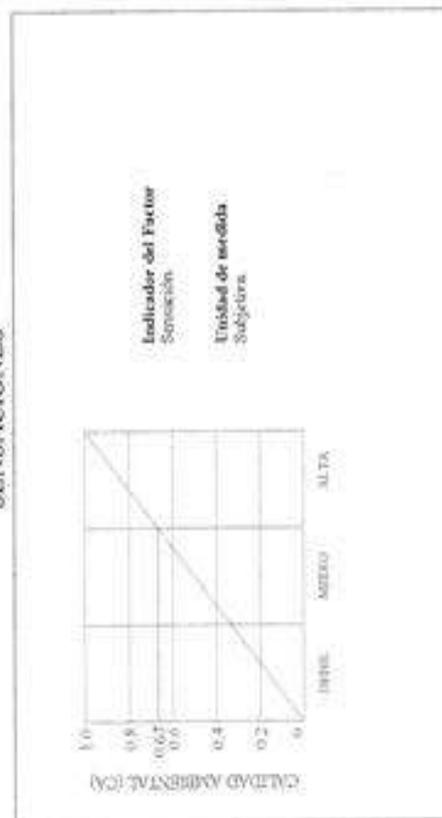
SALUD E HIGIENE



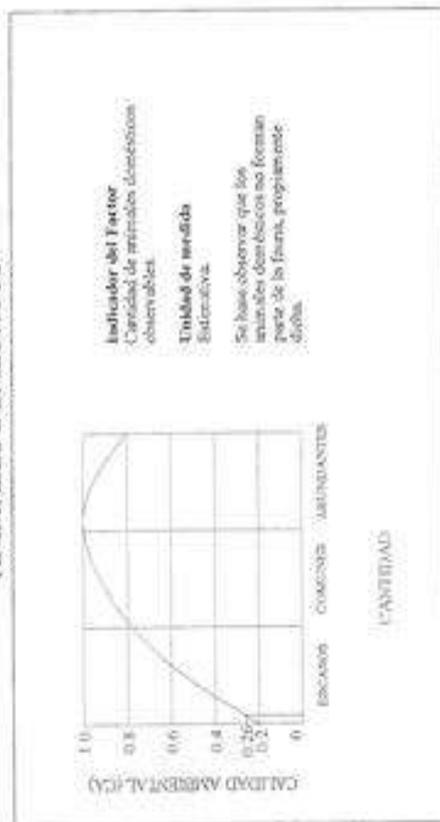
CALIDAD DE VIDA



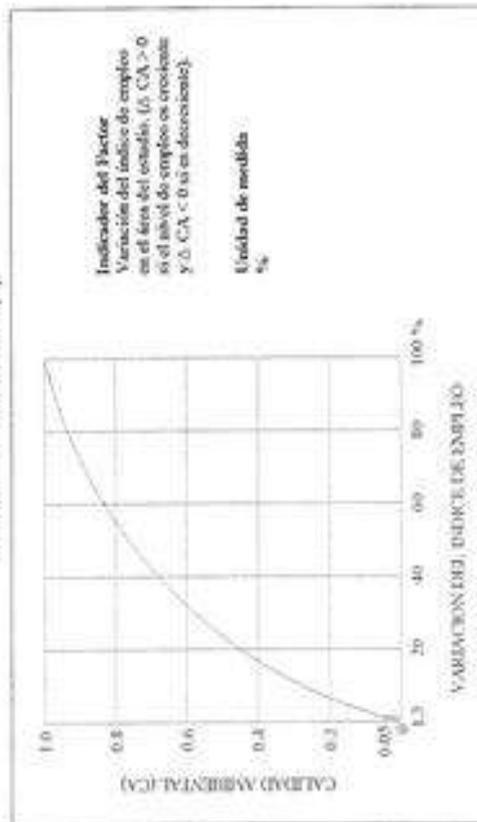
SENSACIONES



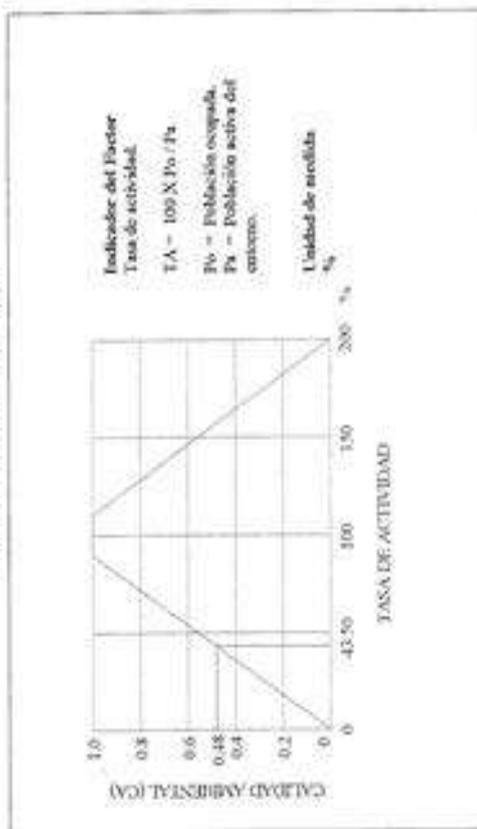
ANIMALES DOMESTICOS



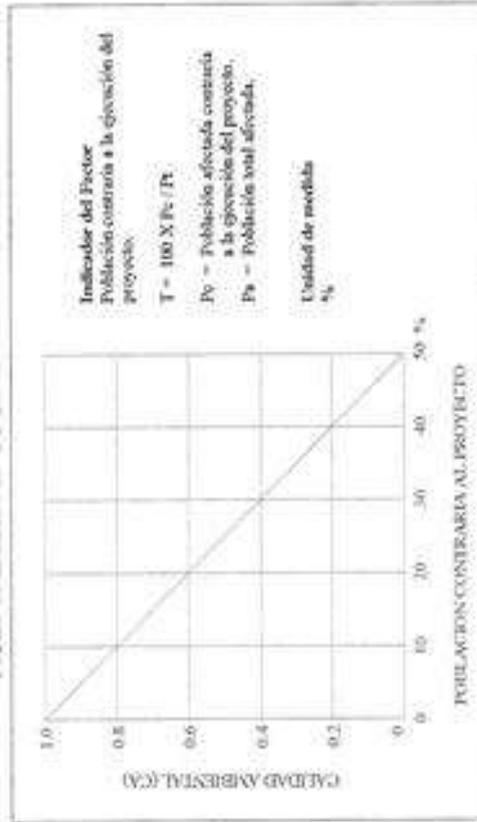
NIVEL DE EMPLEO (1)



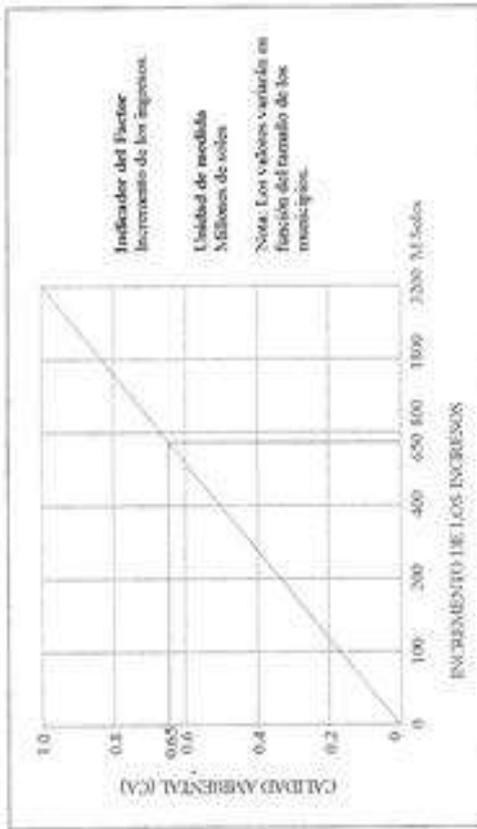
NIVEL DE EMPLEO (2)



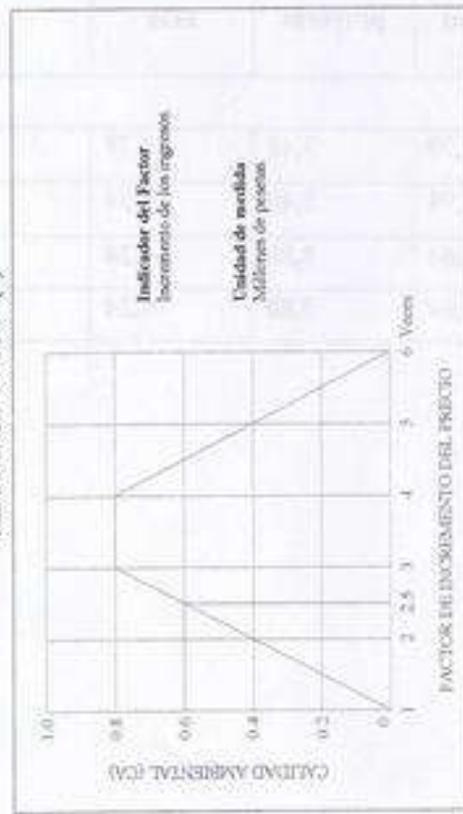
ACEPTABILIDAD SOCIAL DEL PROYECTO



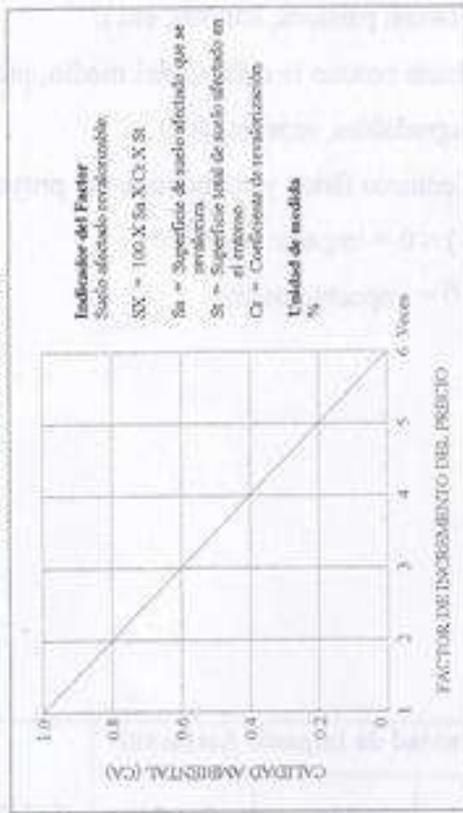
INGRESOS PARA LA ECONOMIA LOCAL



VALOR DEL SUELO (1)



VALOR DEL SUELO (2)



Interpretación de las curvas de transformación.-

- *Factores Ambientales Positivos*, cuya presencia mejora la calidad del medio, presenta funciones directas *positivas* (aire, agua, flora y fauna, paisajes, empleo, etc.).
- *Factores negativos indeseables*, cuya presencia reduce la calidad del medio, presentan funciones inversas *negativas* (ruido, olores desagradables, erosión, etc.).
- Las funciones pueden ser distintas según el entorno físico y económico del proyecto.
- Si (CA con proyecto) – (CA sin proyecto) < 0 = impacto negativo
- Si (CA con proyecto) – (CA sin proyecto) > 0 = impacto positivo

ECOLOGIA	Valor Unidad de Impacto Ambiental			Señal de alerta
	Con proyecto	Sin proyecto	Cambio neto	
Hábitats y comunidades:				
TERRESTRES:				
• Uso del suelo (1)	2,70	3,48	-0,78	
• Uso del suelo (2)	5,94	5,40	+0,54	
Subtotal Hábitats y Comunidades	8,64	8,88	-0,24	
TOTAL ECOLOGIA	8,64	8,88	-0,24	

CONTAMINACION AMBIENTAL	Valor Unidad de Impacto Ambiental			Señal de alerta
	Con proyecto	Sin proyecto	Cambio neto	
Contaminación del agua:				
• Sustancias tóxicas	14,00	14,00	0,00	
• Sólidos disueltos	24,50	24,75	-0,25	
Subtotal Contaminación del agua	38,50	38,75	-0,25	
Contaminación del aire:				
• Hidrocarburos (1)	0,84	2,79	-1,95	
• Hidrocarburos (2)	0,46	1,90	-1,44	
• Partículas sólidas	0,48	3,60	-3,12	
• Sonido ocasional	0,60	2,40	-1,80	
• Monóxido de carbono (1)	1,00	1,40	-0,40	
• Monóxido de carbono (2)	0,18	1,92	-1,74	
Subtotal Contaminación del aire	3,56	14,01	-10,45	
Contaminación del suelo:				
• Erosión del suelo	0,70	11,48	-10,78	
Subtotal Contaminación del suelo	0,70	11,48	-10,78	
Contaminación por ruido:				
• Ruido (1)	0,12	1,38	-1,26	
• Ruido (2)	0,08	1,10	-1,02	
Subtotal Contaminación por ruido	0,20	2,48	-2,28	
TOTAL CONTAM. AMBIENTAL	42,26	55,24	-12,98	

ASPECTOS ESTETICOS	Valor Unidad de Impacto Ambiental			Señal de alerta
	Con proyecto	Sin proyecto	Cambio neto	
Suelo:				
• Relieve y características	0,48	2,88	-2,40	
• Valor del suelo	6,00	2,00	+4,00	
Subtotal Suelo	6,48	4,88	+1,60	
Aire:				
• Olor y visibilidad	0,15	0,48	-0,33	
• Calidad del aire	11,57	12,35	-0,78	
Subtotal Aire	11,72	12,83	-1,11	
Biota:				
• Animales domésticos	1,30	2,75	-1,45	
Subtotal Biota	1,30	2,75	-1,45	
Composición:				
• Vistas y paisajes	6,75	13,50	-6,75	
• Alteración del paisaje	0,75	13,20	-12,45	
Subtotal Composición	7,50	26,70	-19,20	
TOTAL ASPECTOS ESTETICOS	27,00	46,71	-19,71	

ASPECTOS DEL INTERES HUMANO	Valor Unidad de Impacto Ambiental			Señal de alerta
	Con proyecto	Sin proyecto	Cambio neto	
Sensaciones:				
• Aceptabilidad social de proyecto	11,00	11,00	0,00	
• Sensaciones	7,37	3,74	+3,63	
Subtotal Sensaciones	18,37	14,74	+3,63	
Estilos de vida:				
• Nivel de empleo	0,50	0,30	+0,20	
• Nivel actividad de empleo	4,80	2,70	+2,10	
• Ingresos a la economía local	6,50	5,00	+1,50	
• Salud e higiene	1,72	0,36	+1,36	
• Calidad de vida	0,87	0,84	+0,03	
Subtotal Estilos de vida	14,39	9,20	+5,19	
TOTAL ASP. INTERES HUMANO	32,76	23,94	+8,82	

VALOR UNIDAD IMPACTO AMBIENTAL	SEÑALES DE ALERTA	ECOLOGIA	CONTAMINACION AMBIENTAL	ASPECTOS ESTETICOS	ASPECTOS DE INTERES HUMANO	TOTAL
		N/P	N/P	N/P	N/P	N/P
	CON PROYECTO	8,64	42,26	27,00	32,76	109,90
	SIN PROYECTO	8,88	55,24	46,71	23,94	134,77
	CAMBIO NETO	-0,24	-12,98	-19,71	+8,82	-24,87

N/P = NO PRESENTA

2.3.2.3 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

A. MÉTODO MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz de Leopold tiene aspectos positivos dentro de los cuales cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicar y su utilidad en la identificación de efectos es muy acertada, pues contempla en forma bastante satisfactoria los factores físicos, biológicos y socioeconómicos involucrados. La metodología permite la obtención de resultados cuanti-cualitativos que además posibilitan la identificación clara de las acciones que mayor degradación ambiental causan, en contraposición con aquellos que mayor beneficio realizan respecto de los parámetros ambientales que recibirán mayor impacto y de aquellos que se beneficiarán en las acciones propuestas.

La principal divergencia del método es que no existen criterios únicos de valoración y dependerá del buen juicio del equipo evaluador, por lo tanto, sigue teniendo alto grado de subjetividad.

B. MÉTODO DEL INSTITUTO BATTELLE - COLUMBUS

La principal ventaja del método es que los resultados son cuantitativos y pueden ser comparados indistintamente con los resultados de otros proyectos sin importar el tipo o quienes lo realizaron.

Las divergencias del método es que se pasa por alto la dinámica de los sistemas ambientales, no utiliza la interacción de los parámetros en todo el proyecto. Requiere de mucha capacidad de cómputo, no hay referencia de valores ponderados de parámetros diferentes al cuadro del Instituto Battelle – Columbus.

2.3.2.4 CONCLUSIONES.

Se concluye en ambos métodos :

Leopold (+124) y Battelle – Columbus (-24.87). Los valores son reducidos indicando que el proyecto “Justo Juez” tendrá un impacto beneficioso en su forma global. El valor negativo indica que el impacto es mitigable por acciones correctivas que realice el proyecto.

2.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

2.4.1 GENERALIDADES.

El presente plan pretende integrar actividades diversas pero concurrentes con el objetivo de mantener la viabilidad del proyecto en materia ambiental. En este contexto el plan incluye :

- a) Programas permanentes
 - De prevención
 - De monitoreo.

- b) Programas especiales.
 - De contingencia.
 - De clausura.

El proyecto "justo juez" involucra a tres fases :

- Planeamiento.
- Construcción.
- Ejecución .

El plan de manejo se desenvuelve en estas fases para reducir o minimizar los impactos de las actividades del proyecto.

2.4.2 NORMAS AMBIENTALES.

2.4.2.1 REGLAMENTO DE LOS NIVELES DE ESTADOS DE ALERTA NACIONALES PARA CONTAMINANTES DEL AIRE.

Artículo 1º .- Objetivo de la norma

El presente reglamento tiene por objeto regular los niveles de estado de alerta para contaminante del aire, los cuales se establecen a efecto de actuar, en forma inmediata, un conjunto de medidas predeterminadas de corta duración destinadas a prevenir el riesgo a la

salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire establecidos en el presente reglamento, durante episodios de contaminación aguda.

Artículo 2º.- Definición de los tipos de estados de alerta

Defínase, para efectos de aplicación del presente reglamento, los siguientes tipos de estado de alerta:

- **Estado de cuidado:** Estado en que el nivel de contaminación del contaminante puede comenzar a causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en miembros de grupos sensibles, tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias obstructivas crónicas (asma, bronquitis crónica, enfisema, entre otras) y enfermedades cardiovasculares.
- **Estado de emergencia:** Estado en que el nivel de contaminación del contaminante genera un alto riesgo de afectar seriamente la salud de toda la población.

Artículo 3º.- Aprobación de los niveles de estado de alerta

Apruébese los niveles de alerta de estados de alerta nacionales de contaminación del aire respecto de los siguientes contaminantes críticos:

Tipo de ALERTA	Material Particulado (PM10)	Dióxido de Azufre (SO2)	Monóxido de Carbono	Sulfuro de Hidrógeno H2S
Cuidado	>250 ug/m ³ promedio de 24 horas	>500 ug/m ³ por 3 horas consecutivas.	>15 000 ug/m ³ por 8 horas	>15 000 ug/m ³ para 24 horas
Peligro	>350 ug/m ³ promedio de 24 horas	>1 500 ug/m ³ por 2 horas consecutivas.	>20 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	>3 000 ug/m ³ para 24 horas
Emergencia	>420 ug/m ³ promedio de 24 horas	>2 500 ug/m ³ por 90 minutos consecutivas.	>35 000 ug/m ³ promedio de 8 horas	>5 000 ug/m ³ para 24 horas
Referencia	Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM Anual 50 (media aritmética anual) 24 horas 150 (NE más de 3 veces al año)	Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM Anual 80 (media aritmética anual) 24 horas 360 (NE más de 1 veces al año)	Valor estándar ECA D.S. N° 074-2001-PCM 8 horas 10 000 (promedio móvil) 1 hora 30 000 (NE más de 1 veces al año)	Valor referencial Organización Mundial de la Salud 24 horas 150 ug/m ³

Artículo 4º.- Declaración de estados de alerta y medidas para los planes de contingencia

Los estados de alerta deberán ser declarados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud, con la información que proporcione un modelo de pronóstico de los niveles de concentración de los contaminantes del aire.

En este caso no hay disponibilidad de un modelo de pronóstico, se utilizará un sistema de alerta transitorio basado en registros horarios de las estaciones de monitoreo existentes. En este caso, el efecto de alerta se declarará cuando las concentraciones registradas superen los niveles establecidos en el artículo anterior, para los contaminantes priorizados por cada Zona de Atención Prioritaria.

El análisis para la declaración del estado de alerta será día por día de forma independiente. En dicho análisis las concentraciones alcanzadas el día anterior no afectarán la determinación del estado correspondiente para el día analizado.

La DIGESA suspenderá el estado de alerta declarado cuando las concentraciones registradas o esperadas sean menores a los niveles establecidos en el artículo 3° de este reglamento.

Artículo 5°.- Informe a la comunidad

La DIGESA informará a la comunidad respecto de la declaratoria de estados de alerta a través de los medios de comunicación más rápidos y adecuados para cada caso. Igual regla se aplicará para informar respecto de la suspensión de dicha declaratoria.

Artículo 6°.- Responsabilidad de los GESTA Zonales de Aire

Cada Zona de Atención Prioritaria a través de su Grupo de Estudio Técnico Ambiental – GESTA Zonal de Aire.

a) Identificará los contaminantes críticos en función de los resultados de los monitoreos de la calidad del aire existente y su relación con los valores indicados en el artículo 3°. Para tal efecto, se considerará como contaminante crítico aquel parámetro de que excede permanentemente el estándar nacional de calidad ambiental del aire alcanza por lo menos una vez los niveles de alerta establecidos en el mencionado artículo 3°.

b) Elaborará un plan de contingencia según lo establecido en el literal c) del artículo 27° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM que contenga las medidas inmediatas que deberán ejecutarse para cada uno de los niveles de alerta pudiendo

adoptarse medidas más estrictas que las consideradas en el artículo 7º, según la realidad de la respectiva Zona de Atención Prioritaria.

Cada Zona de Atención Prioritaria contará con un sistema de monitoreo permanente y automático para el contaminante que sea crítico en dicha zona, sin perjuicio de las obligaciones establecidas para los macro emisores de contaminación referidos al artículo 9º y 10º.

El Consejo Nacional del Ambiente aprobará los planes de contingencia de los GESTAs Zonales mediante resolución administrativa que se publicará en el Diario Oficial El Peruano.

Artículo 7º.- Medidas a incorporar en los planes de contingencia

Los planes de contingencia que elabore el GESTA Zonal podrán considerar entre otras medidas las siguientes:

Tipo de Alerta	Material Particular (PM10)	Dióxido de Azufre (SO2)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H2S)
Cuidado	<ul style="list-style-type: none"> Restricción vehicular. Lavado de calles. Población sensible permanece en sus casa con puertas y ventanas cerradas. 	<ul style="list-style-type: none"> Población sensible permanece en sus casas con puertas y ventanas cerradas. Suspensión de actividades físicas al aire libre en primaria y secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Población sensible permanece en sus casas con puertas y ventanas cerradas. Restricción vehicular. 	<ul style="list-style-type: none"> Población sensible permanece en sus casas con puertas y ventanas cerradas.
Peligro	<ul style="list-style-type: none"> Mayor restricción vehicular. Cortes de producción Suspensión de actividades físicas al aire libre. 	<ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades físicas al aire libre para toda la Población. Cortes de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades físicas al aire libre para toda la Población. Mayor restricción vehicular. 	<ul style="list-style-type: none"> Cortes de producción. Suspensión de actividades al aire libre para todos.
Emergencia	Adicionalmente a lo anterior <ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades educativas. 	Adicionalmente a lo anterior <ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades educativas. 	Adicionalmente a lo anterior <ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades educativas. 	Adicionalmente a lo anterior. <ul style="list-style-type: none"> Suspensión de actividades educativas.

Artículo 8°.- De los macroemisores de contaminantes proveniente de fuentes fijas

Se considera macroemisores de contaminantes provenientes de fuentes fijas.

1) A los titulares de actividades de una fuente fija que sean responsables de más de 25% de las emisiones de un contaminante crítico dentro de la jurisdicción de una Zona de Atención Prioritaria.

2) Al conjunto de titulares de dos o más fuentes fijas del mismo ramo productivo que generen emisiones superiores al 50% de un contaminante crítico de una Zona de Atención Prioritaria.

En caso de duda para la identificación de los macroemisores, se tendrá como referencia los inventarios de emisiones que elabore el Ministerio de Salud bajo supervisión de GESTA Zonal, en cumplimiento de lo señalado por el artículo 25° del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM.

Artículo 9°.- Obligaciones de los macroemisores

Los macroemisores de contaminación provenientes de fuentes fijas tienen las siguientes obligaciones que serán supervisadas por DIGESA:

a) Instalar una red de monitoreo automático de la calidad del aire, para los contaminantes críticos, dentro del plazo de 6 meses, cuyas características técnicas y operativas serán objeto de conformidad previa de la DIGESA. Dicha red deberá contar así mismo con una red meteorológica automática de registro continuo, que determine temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, además de los parámetros específicos requeridos por el método de predicción.

b) Según sea el caso, analizar el elemento plomo con la frecuencia cada 3 días mediante espectrometría de absorción atómica u otro método equivalente o superior en precisión.

c) Monitoreo permanente particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM10) y realizar semestralmente estudios de especiación de dichas partículas para determinar su composición química, considerando específicamente partículas de carbono, nitratos sulfatos y metales pesados, dentro del plazo de 9 meses.

d) Operar un método de predicción de dispersión de contaminantes dentro del plazo de 12 meses, que entregue el valor máximo de concentración de 24 horas esperando para el día siguiente o un período superior, para cada una de las estaciones de monitoreo que

hayan alcanzado al menos alguno de los niveles de estados de alerta, y que además que tenga una confiabilidad del pronóstico superior al 60%.

e) Presentar un informe técnico en el que sustente la validez de la metodología de pronóstico.

f) Reportar diariamente a la DIGESA en forma horaria las concentraciones de calidad del aire y las emisiones de gases o partículas del contaminante crítico identificado por el GESTA o establecido por el presente reglamento, dentro del plazo de 7 meses.

g) Realizar una auditoria anual independiente del monitoreo y la modelación a los 12 meses de instalada la red de monitoreo.

Los plazos anteriormente referidos se computarán a partir del día siguiente de la publicación del presente reglamento. En caso de incumplimiento de las obligaciones señaladas, la DIGESA impondrá las sanciones establecidas por el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Decreto Legislativo N° 613.

Artículo 10° .- Obligaciones para macroemisores que ya se encuentren realizando monitoreo automático

En caso que el titular de la fuente fija, ya se encuentre realizando el monitoreo automático así como la operación de un modelo de pronóstico de concentración de los contaminantes; el titular deberá reportar en forma diaria a la DIGESA, los resultados del monitoreo de calidad del aire, meteorológico y de emisiones.

El cumplimiento de lo establecido en el párrafo anterior deberá verificarse dentro del plazo de 30 días de aprobado el presente reglamento, acompañando un reporte de las especificaciones técnicas del modelo de pronóstico aplicado. En caso de incumplimiento, la DIGESA impondrá las sanciones establecidas por el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- El presente reglamento no implica modificación alguna a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobados mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, los que tienen por objeto contrarrestar en forma progresiva la contaminación

crónica del aire a través de planes de acción que aplican medidas de corto, mediano y largo plazo.

Segundo.- Declárase en las Zonas de Atención Prioritaria que a continuación se indican, la necesidad de aplicar las disposiciones del presente reglamento para los siguientes contaminantes críticos:

Chimbote	Sulfuro de hidrógeno.
Ilo	Dióxido de azufre y material particulado.
La Oroya	Dióxido de azufre y material particulado.
Lima	Material particulado.
Arequipa	Material particulado.

Esta disposición se aplicará sin perjuicio a que, conforma el procedimiento establecido en el artículo 6°, se amplió la consideración de otros contaminantes críticos.

Tercera.- El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) emitirá mediante Decreto de Consejo Directivo, de conformidad a lo establecido en el literal c) del artículo 27° del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y en coordinación con la DIGESA, una directiva para la aplicación del presente reglamento en un plazo máximo de 60 días calendario.

Anexo Referencial @

Efectos sobre la salud de los contaminantes del aire

Contaminación	Cuadro Clínico (de leve a grave)	Concentración
Dióxido de Azufre	Broncoconstricción en asmáticos / Malestar torácico	0.28 ppm
Dióxido de Nitrógeno	20% de riesgo adicional de enfermedad respiratoria (niños)/ Disminución de defensas ante infecciones pulmonares.	15 ppb
PM 10	1% de aumento de mortalidad diaria.	Por cada 10 mg/m ³
PM 2.5	Daño alveolar.	No determinada.
Monóxido de Carbono	Cafalea / deterioro en habilidad motora y percepción auditiva y/o visual. Alteraciones en la percepción visual, audición, actividad motora y sensitiva, vigilancia y otras mediciones de actividad neuroconductual.	6.5 ppm adicional a niveles ambientales medios de CO concentración de carboxihemoglobina de 5 a 20 %.
Ozono	Pérdida de función pulmonar / Irritación de mucosas, cansancio y náuseas. Disminución en la función pulmonar, aumento síntomas respiratorios, aumento en respuesta de vías respiratorias.	>0.04 ppm (anual) >0.12 (1-3 horas)
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en 2.5 puntos (niños) / Efectos cardiovasculares (hipertensión)	>10µd/dl
Sulfuro de Hidrógeno	Irritación ocular / Intoxicación, Edema Pulmonar	20 ppm

@ El presente anexo referencial se publico con fines ilustrativos.

REGLAMENTOS DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

TITULO 1 OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y DEFINICIONES

Artículo 1°.- Objetivo.- Para proteger la salud, la presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Artículo 2°.- Principios.- Con el propósito de promover que las políticas públicas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales:

- a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos.
- b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo – beneficio.
- c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

Artículo 3°.- Definiciones.- Para los efectos de la presente norma se considera.

- a) *Análisis costo – beneficio.-* Estudio que establece los beneficios y costos de la implementación de las medidas que integrarían los Planes de Acción. Dicho estudio considerará los aspectos de salud, socio – económico y ambiental.
- b) *Contaminación del aire.-* Sustancias y elementos que en determinados niveles de contaminación en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano.
- c) *Estándares de calidad del aire.-* Aquellos que consideran los niveles de contaminación máxima de contaminación del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgos a la salud humana, los que deberán alcanzar mecanismos y plazos detallados en la presente norma. Como estos Estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios.

- d) *Formas del Estándar*.- Descripción de la manera como se formulan los valores medidos mediante la metodología de monitoreo aprobada durante los periodos de medición establecidos.
- e) *Gesta Zonal del Aire*.- Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire encargado de formular y evaluar los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire en una Zona de Atención Prioritaria.
- f) *Valores referenciales*.- Niveles de contaminación de un contaminante del aire que debe ser monitoreado obligatoriamente, para el establecimiento de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Los contaminantes con valores referenciales podrán ser incorporados al anexo 1 antes del plazo establecido en el Artículo 22° del presente reglamento, debiendo cumplirse con el procedimiento establecido en el Decreto Supremo N° 044-98-PCM.
- g) *Valores de Transición*.-Niveles de contaminación de contaminantes en el aire establecidos temporalmente como parte del proceso progresivo de implementación de los estándares de calidad de aire. Se aplicarán a las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12° de este reglamento, presenten valores mayores contenidos en el anexo 2.
- h) *Zonas de Atención Prioritaria*.- Son aquellas que cuenten con centros poblados o poblaciones mayores a 250,000 habitantes o una densidad poblacional por hectárea que justifique su atención prioritaria o con presencia de actividades socioeconómicas con influencia significativa sobre la calidad del aire.

TITULO II

DE LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

Capítulo 1

Estándares Prioritarios de Calidad del Aire

Artículo 4°.- Estándares Prioritarios de Calidad del Aire.-Los estándares de calidad del aire consideran los niveles de contaminación máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Dióxido de Azufre (SO₂).
- b) Material Particular con Diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10).

- c) Monóxido de Carbono (CO).
- d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂).
- e) Ozono (O₃).
- f) Plomo (Pb).
- g) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S).

Deberá realizarse el monitoreo periódico del Material Particular con diámetros menores o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5) con el objeto de establecer su correlación con el PM10. Asimismo deberán realizarse estudios semestrales de especiación del PM10 para determinar su comportamiento químico, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y materiales pesados. Para tal efecto se considerarán las variaciones estacionales.

Artículo 5°.-Determinación de estándares.-Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son los establecidos por el Anexo 1 del presente Reglamento.

El valor del estándar nacional de calidad de aire para plomo (promedio anual), así como para sulfuro de hidrógeno (24 horas) serán establecidos en el periodo de 15 meses de publicada la presente norma, en base a estudios epidemiológicos y monitoreos continuos, conforme a los términos de referencia propuestos por el GESTA y aprobados por la Comisión Ambiental Transectorial, de acuerdo a lo establecido por el D. S. 044-98-PCM.

Artículo 6°.- Instrumentos y Medidas.-Son perjuicios de los instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades con competencias ambientales para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire, se aplicarán los siguientes instrumentos y medidas:

- a) Límites máximos permisibles de emisiones gaseosas y material particular.
- b) Planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire.
- c) El uso del régimen tributario y los instrumentos económicos, para promocionar el desarrollo sostenible.
- d) Monitoreo de la calidad del aire.
- e) Evaluación del impacto ambiental.

Estos instrumentos y medidas, una vez aprobados son legalmente exigibles.

Artículo 7°.- Plazos.- Los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire considerando la situación de salud, ambiental y socio - económica de cada zona podrán definir en plazos distintos la manera de alcanzar gradualmente los estándares primarios de calidad del aire, salvo lo establecido en la séptima disposición complementaria de la presente norma.

Artículo 8°.- Exigibilidad.- Los estándares nacionales de calidad ambiental del aire son referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas ambientales y de las políticas, planes y programas públicos en general. Las autoridades competentes deben aplicar las medidas contenidas en la legislación vigente, considerando los instrumentos señalados en el Artículo 6° del presente reglamento, con el fin de que se alcancen o se mantengan los Estándares Nacionales de Calidad de Aire, bajo responsabilidad. El CONAM velara por la efectiva aplicación de estas disposiciones. Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire, con el objeto de sancionar bajo alguna a personas jurídicas o naturales.

TITULO III

DEL PROCESO DE APLICACIÓN DE LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD DEL AIRE

Capítulo 1

Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire

Artículo 9°.- Planes de Acción.- Los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire tienen por objeto de establecer la estrategia, las políticas y medidas necesarias para que una zona de atención prioritaria alcance los estándares primarios de calidad del aire en un plazo determinado. Para tal efecto el plan deberá tomar en cuenta el desarrollo de nuevas actividades de manera conjunta con las actividades en curso.

Artículo 10°.- Lineamiento Generales.- Los planes de acción se elaborarán sobre la base de los principios del Artículo 2°, los resultados de los estudios de diagnóstico de línea base, así como los siguientes lineamientos generales:

- a) Mejora continua de la calidad de los combustibles.
- b) Promoción de la mejor tecnología para una industria y vehículos limpios.
- c) Racionalización del transporte, incluyendo la promoción de transporte alternativo.
- d) Planificación urbana y rural.
- e) Promoción de compromisos voluntarios para la reducción de contaminantes del aire.
- f) Desarrollo del entorno ecológico y áreas verdes.
- g) Disposición y gestión adecuada de los residuos.

Artículo 11°.- Diagnóstico de Línea Base.- El diagnóstico de línea base tiene por objeto evaluar de manera integral la calidad del aire de una zona y sus impactos sobre la salud ambiental. Este diagnóstico servirá para la toma de decisiones correspondientes a la elaboración de los Planes de Acción y de manejo de la calidad del aire. Los diagnósticos de línea base serán elaborados por el Ministerio de Salud – DIGESA, en coordinación con otras entidades públicas sectoriales, regionales y locales así como las entidades privadas correspondientes, sobre la base de los siguientes estudios, que serán elaborados de conformidad con lo dispuesto en Artículos 12°, 13°, 14° y 15° de esta norma:

- a) Monitoreo.
- b) Inventario de emisiones.
- c) Estudios epidemiológicos.

Artículo 12°.- Del Monitoreo.-El monitoreo de la calidad del aire y la elaboración de los resultados en el ámbito nacional en una actividad de carácter permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), quien podrá encargar a instituciones públicas o privadas dicha labor . Los resultados del monitoreo de la calidad del aire formaran parte del Diagnóstico de Línea Base, y deberán estar disponibles al público.

Adicionalmente a los contaminantes del aire indicados en el artículo 4°, con el propósito de recoger información para elaborar los estándares de calidad del aire correspondientes, se realizarán mediciones y monitoreos respecto al material particular con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5).

Para tal fin se considerarán los valores de referencia mencionados en el Anexo 3 de la presente norma.

Artículo 13°.- Del Inventario de Emisiones.- El inventario de emisiones es responsabilidad del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el que se realizará en coordinación con las autoridades sectoriales, regionales y locales correspondientes. El inventario podrá encargarse a una institución pública o privada especializada.

Artículo 14°.- De los Estudios Epidemiológicos.- Los estudios epidemiológicos serán realizados por el Ministerio de Salud, quien podrá encargar a terceros, debidamente calificados, la realización de dichos estudios debiendo supervisarlos periódicamente.

Artículo 15°.- Programas de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental.- Complementariamente a lo señalado en los Artículos 11° y 14° del presente Reglamento, la DIGESA establecerá, en aquellas zonas donde la diferencia entre los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los valores encontrados así lo justifique, programas de vigilancia epidemiológica y ambiental, a fin de evitar riesgos a la población, contando para ello con la participación de las entidades públicas y privadas correspondientes.

Artículo 16°.- Del Proceso de Elaboración de los planes de Acción.- La elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire se basará en los resultados de estudio de Diagnóstico de Línea Base y se sujetará al siguiente proceso:

- a) Elaboración de una estrategia preliminar de reducción de emisiones, prevención del deterioro de la calidad del aire y protección de población vulnerable.
- b) Análisis costo – beneficio de la estrategia de los instrumentos de gestión necesarios para su aplicación.
- c) Diálogo político para exponer resultados del diagnóstico y medidas posibles.
- d) Propuesta de plan de acción y consulta pública.
- e) Aprobación del plan de acción.

Artículo 17°.- Aprobación de los Planes de Acción.- Los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire serán aprobados por el Consejo Nacional del Ambiente a propuesta del GESTA Zonal de Aire respectivo. Los GESTA Zonal del Aire privilegian el consenso como mecanismo para elaborar la propuesta del plan de acción. Los planes

serán aprobados según las directrices que al efecto dictaran el CONAM. Dichas directrices serán publicadas dentro del plazo de 90 días de aprobada la presente norma.

Artículo 18°.- Plazo de Cumplimiento.- El Plan de Acción de Mejoramiento de la Calidad del Aire considerará expresamente el plazo que la zona requerirá para alcanzar los estándares primarios de calidad del aire contenidos en el Anexo 1, o de ser el caso los valores contenidos en el Anexo 2, así como las acciones y estrategias que permitan cumplir con dicho plazo.

Artículo 19°.- Plazo para la Aprobación de los Planes de Acción.- El plan de acción deberá aprobarse en un plazo no mayor de 30 meses de instalado el GESTA Zonal de Aire correspondiente.

El Plan podrá seguir el cronograma de preparación contenido en el Anexo 5 del presente Reglamento.

Capítulo 2

De las Zonas de Atención Prioritarias

Artículo 20°.- Zonas de Atención Prioritaria.- Son Zonas de Atención prioritaria aquellas que por su concentración o densidad poblacional o por sus características particulares, como la concentración o desarrollo intensivo de actividades socioeconómicas, presenta impactos negativos sobre la calidad del aire. Adicionales a las señaladas en el anexo 4, el Consejo Directivo del CONAM podrá determinar, su propia iniciativa o a solicitud de autoridades sectoriales, regionales o locales, la calidad de las nuevas Zonas de Atención Prioritaria.

En toda Zona de Atención Prioritaria se establecerá un GESTA Zonal de Aire encargado de la elaboración del Plan de Acción para el mejoramiento de la Calidad del Aire sin perjuicio de las medidas y los otros instrumentos de gestión ambiental que puedan aplicarse en otras zonas del país no declaradas como atención prioritaria.

Artículo 21°.- Ámbito del Plan de Acción en Zonas Ambientales de Atención Prioritaria.- Los planes de acción que se elaboren para el mejoramiento de la calidad del

aire en las zonas señaladas en el artículo anterior, definirán el ámbito geográfico de la cuenca atmosférica y, por tanto su ámbito de aplicación.

Capítulo 3

Revisión de los Estándares Nacionales de la Calidad del Aire

Artículo 22°.- La revisión de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire se realizará de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 6° y Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

TÍTULO IV

DE LOS ESTADOS DE ALERTA

Artículo 23°.- Estados de Alerta.- La declaración de los estados de alerta tiene por objeto activar en forma inmediata un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire que pudieran generar daños a la salud humana.

El Ministerio de Salud es la autoridad competente para declarar los estados de alerta, cuando se exceda o se pronostique exceder severamente la contaminación de contaminantes del aire, así como para establecer y verificar el cumplimiento de las medidas inmediatas que deberán aplicarse, de conformidad con la legislación vigente y el inciso c) del Art. 25 del presente reglamento. Producido un estado de alerta, se hará de conocimiento público y se activarán las medidas previstas con el propósito de disminuir el riesgo a la salud.

El Ministerio de Salud propone a la Presidencia del Consejo de Ministros los Niveles de Estado de Alerta Nacionales, los que serán aprobados mediante Decreto Supremo.

TÍTULO V

DE LAS COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS

Artículo 24° Del Consejo Nacional del Ambiente.- El CONAM sin perjuicio de las funciones legales asignadas, tiene a su cargo las siguientes;

- a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a alcanzar y mantener los estándares primarios de calidad del aire, coordinando para tal fin, con los sectores competentes la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles;
- b) Promover y aprobar los GESTAS Zonales de Aire, así como supervisar su funcionamiento;
- c) Aprobar las directrices para la elaboración de los planes de acción de mejoramiento de la calidad del aire;
- d) Aprobar los planes de acción y las medidas de alerta a través de las Comisiones Ambientales Regionales. Para ello, deberán considerar las consultas locales necesarias que se realizarán en coordinación con la Municipalidad Provincial respectiva;
- e) Supervisar la ejecución de los planes mencionados en el inciso anterior.

Artículo 25°.- Del Ministerio de Salud.- El Ministerio de Salud sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

- a) Elaborar los estudios de diagnóstico de línea base.
- b) Promover los niveles de estudio de alerta nacional a que se refiere el Artículo 23° del presente reglamento.
- c) Declarar los estados de alerta a que se refiere el Artículo 23° del presente reglamento.
- d) Establecer o validar los criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el Artículo 11° del presente reglamento.

Artículo 26°.- Del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.- El SENAMHI generará suministrará los informes meteorológicos necesarios para la elaboración de los diagnósticos de línea base que se requieran en la aplicación de la presente norma.

Artículo 27°.- De las Funciones del GESTA Zonal de Aire.- A efectos de la presente norma son funciones del GESTA Zonal de Aire, las cuales se ejecutarán buscando el consenso:

- a) Supervisar los diagnósticos de línea base;
- b) Formular los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire y someterlo a la aprobación del CONAM, y
- c) Promover las medidas inmediatas que deban realizarse en los estados de alerta, considerando los lineamientos que al respecto dicte el CONAM.

Artículo 28°.- Composición del GETA Zonal de Aire.-El Consejo Directivo del CONAM, a propuesto que las Municipalidades Provinciales de la cuenca atmosférica correspondiente, designará a las instituciones integrantes del GESTA Zonal de Aire.

Para garantizar el funcionamiento eficiente del GESTA Zonal de Aire éste se constituirá con no menos de 11 ni más de 20 representantes de las instituciones señaladas a continuación:

- a) Consejo Nacional del Ambiente.
- b) Ministerio de Salud.
- c) Cada Municipalidad Provincial involucrada.
- d) Organizaciones no gubernamentales.
- e) Organizaciones sociales de base.
- f) Comunidad universitaria.
- g) Sector empresarial privado por cada actividad económica.
- h) Ministerio de Educación.
- i) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- j) Sector público de cada actividad económica.
- k) Consejo Regional respecto del Colegio Médico del Perú.

Cada GESTA Zonal del Aire tendrá un presidente, cuyo rol será convocar a las sesiones y presidirlas, facilitar y sistematizar las propuestas del GESTA.

Actuará como Presidenta en forma rotativa aquel representante elegido entre los miembros del GESTA Zonal de Aire. La Secretaría Técnica será ejercida por un representante del CONAM.

En calidad de observadores o asesores podrán participar los especialistas que el GESTA Zonal de Aire juzgue conveniente.

En caso no exista en la zona un representante regional de algunas de las instituciones antes señaladas, la sede central de la misma deberá nominar a un representante antes de la fecha designada para la primera reunión del GESTA.

DISPOSICIONES GENERALES

Primera.- Para el caso Lima – Callao, el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio creado por R.S. N° 768-98-PCM, asumirá las funciones que en la presente norma se otorga al GESTA Zonal de Aire.

Segunda.- Las autoridades ambientales sectoriales propondrán los Límites Máximos Permisibles, o la propuesta de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles existentes, para alcanzar los Estándares Nacionales de Calidad de Aire; los que se aprobarán en concordancia con los previstos en el D.S. 044-98-PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

Las actividades existentes a la fecha de entrada en vigencia de los Límites Máximos Permisibles se adecuarán a los mismos, de acuerdo con lo previsto en el D.S. 044-98-PCM, Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

Tercera.- La elaboración e implementación de los planes para el mejoramiento de la Calidad del Aire, así como la aplicación de los nuevos Límites Máximos Permisibles deben respetar los compromisos y responsabilidades vigentes asumidos por las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas, ya sean mediante los Contratos de Estabilidad Ambiental, Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Evaluación de Impacto Ambiental, u otros instrumentos de gestión ambiental, según corresponda.

Cuarta.- El Ministerio de Educación coordinará y ejecutará acciones en materia de educación ambiental con el CONAM y con la Dirección General de Salud Ambiental, que resulten en mejoras de la calidad del aire, sin perjuicio de las iniciativas de cualquier institución pública o privada pueda desarrollar sobre esta materia.

Quinta.- Las ciudades o zonas que luego de realizar el monitoreo previsto en el Artículo 12° del presente reglamento, presenten valores por debajo de los contenidos en el Anexo 1, establecerán en sus planes de Acción, medidas destinadas que no excedan los valores contenidos en dicho Anexo.

Sexta.- Las ciudades o zonas que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12° del presente reglamento, presenten valores por encima de los contenidos en el Anexo 1 y debajo de los valores establecidos en el Anexo 2, establecerán en sus Planes de Acción medidas destinadas a no exceder los valores establecidos en el Anexo 1 en el plazo definido por el GESTA Zonal.

Sétima.- Las ciudades que luego de realizado el monitoreo previsto en el Artículo 12° del presente reglamento, presenten valores por encima de los establecidos en el Anexo 2, establecerán en sus Planes de Acción medidas destinadas a no exceder los valores establecidos en el Anexo 2 en un plazo no mayor de 5 años de aprobado el Plan de Acción, y alcanzarán los valores contenidos en el Anexo 1 en el plazo definido por el GESTA zonal.

Octava.- Una vez publicado el estándar nacional de calidad ambiental para el sulfuro de hidrógeno, el Ministerio de Pesquería propondrá lo límites máximos permisibles para dicho contaminante, de acuerdo con lo previsto en el Reglamento para la aprobación del ECAs y LMPs según lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 044-98-PCM. Para tal efecto, y a partir de la publicación del presente reglamento, los titulares de las actividades que puedan ser fuentes generadoras de este contaminante deberán iniciar la medición de sus emisiones de sulfuro de hidrógeno a fin de generar la información necesaria para formular los valores de los límites máximos permisibles correspondientes. Dicha información será sistematizada por el sector pesquería.

Novena.- Las autoridades competentes deben tomar las medidas necesarias para asegurar la obtención de los recursos que garanticen la ejecución de las actividades, planes y programas previstos en el presente Reglamento.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- En tanto el Ministerio de Salud no emita las directivas y normas que regulen el monitoreo, se utilizarán las versiones oficiales del CONAM en idioma castellano de las directrices vigentes de “*Garantía de la Calidad para el Sistema de Medición de la Contaminación del Aire*” publicadas por la Agencia de Protección Ambiental (EPM) de los Estados Unidos de Norteamérica. Asimismo, para el Sulfuro de Hidrógeno se utilizarán las directrices del Consejo de Recursos de Aire del Estado de California – Estados Unidos de Norteamérica.

Segunda.- El valor del estándar nacional de calidad ambiental del aire de dióxido de azufre (24 horas) y plomo (promedio mensual) establecido en la presente norma serán revisados, en el periodo que se requiera, de detectarse que tienen un impacto negativo sobre la salud en base a estudios y evaluaciones continuas.

Tercera.- El CONAM dictará las normas de creación de lo GESTA Zonal de Aire para las zonas incluidas en el anexo 4 en un plazo de 90 días de publicado el presente reglamento.

Anexo 1-

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico. NE significa no existe)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		METODO DE ANALISIS ¹
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de una vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / filtraciones (gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces /año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces /año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual ²			Método para PM 10 (Espectrometría de absorción Atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces / año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas ²			Fluorescencia UV (método automático)

¹ O método equivalente aprobado

² A determinarse según lo establecido en el Artículo 5º del presente reglamento

Anexo 2
Valores de tránsito

CONTAMIONANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANALISIS
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
PM-10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial / filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces / año	
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	250	NE más de 24 veces / año	Quimiluminiscencia (Método automático)
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces / año	Fotometría UV (Método automático)

Anexo 3
Valores Referenciales

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DE ESTÁNDAR	MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR	
PM-2.5	Anual	15	Separación inercial / filtración (gravimetría)
	24 horas	65	

Anexo 4
Zonas de Atención Prioritaria

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1.- Arequipa | 12.- Trujillo |
| 2.- Chiclayo | 13.- Cerro de Pasco |
| 3.- Chimbote | |
| 4.- Cusco | |
| 5.- Huancayo | |
| 6.- Ilo | |
| 7.- Iquitos | |
| 8.- La Oroya | |
| 9.- Lima Callao | |
| 10.- Pisco | |
| 11.- Piura | |

Anexo 5

Cronograma de preparación de Planes de Acción

1.-	Conformar Gesta Zonales de Aire en cada zona de atención prioritaria	Meses 1-3
2.-	Términos de referencia para la capacitación en el uso del equipo de monitoreo del aire, estudios epidemiológicos y elaboración de inventarios de emisión	Mes 2
3.-	Selección de los contratistas para el monitoreo, capacitación en equipos e inventarios	Mes 3
4.-	Empezar identificando las áreas potenciales para desarrollar las estrategias de control	Meses 4-7
5.-	Selección de entidad para estudio epidemiológico	Mes 4
6.-	Llevar a cabo la capacitación en equipos e inventarios de emisión	Mes 5
7.-	Participar en capacitación para la elaboración de inventarios de contaminación	Mes 5
8.-	Contribuir a establecer la red de local de monitoreo del aire	Mes 6
9.-	Supervisar el trabajo de elaboración del inventario de emisiones en el aire	Meses 6-14
10.-	Monitoreo de la operación de las redes, en todas las áreas	Mes 7
11.-	Seleccionar las categorías prioritarias para las medidas de control	Meses 7-11
12.-	Inicio de los estudios epidemiológicos y de los inventarios de emisión, en todas las áreas	Mes 7
13.-	Términos de referencia para el análisis costo - beneficio	Mes 9
14.-	Selección entidad especializada para el análisis costo beneficio	Mes 11
15.-	Revisar los resultados de los inventarios de emisión y los datos de la calidad del aire	Meses 13-15
16.-	Finalización de los inventarios de emisiones	Mes 13
17.-	Datos preliminares sobre la calidad del aire	Mes 13
18.-	Inicio del estudio costo - beneficio	Mes 13
19.-	Aplicar los datos locales a las estrategias potenciales para determinar la efectividad en la reducción de las emisiones	Meses 15-19
20.-	Términos de referencia para la elaboración del modelo de dispersión	Mes 15
21.-	Selección de entidad especializada para ejecutar el modelo de dispersión	Mes 17
22.-	Inicio de la ejecución del modelo de dispersión (dependiente de la identificación de estrategias de los Gesta Zonales de los Planes de Acción	Mes 19
23.-	Finalización de toda la recopilación de datos de monitoreo del aire	Mes 19
24.-	Aprobar varias opciones de control con un modelo simple de dispersión de entidad especializada	Meses 19-21
25.-	Finalización del estudio costo - beneficio	Mes 22
26.-	Aplicar los resultados de los análisis costo - beneficio a las estrategias de control que resulten posibles	Meses 22-23
27.-	Mesa redonda o conversatorio sobre posibles estrategias con las partes interesadas	Mes 24
28.-	Finalización del modelo de dispersión	Mes 24
29.-	Propuesta preliminar de Plan de Acción (incluyendo las fechas Recomendadas para el logro de los ECA por contaminación)	Mes 25
30.-	Taller público sobre el Plan de Acción propuesto	Mes 26
31.-	Revisión de todos los comentarios al plan propuesto y demás aspectos que así lo requieran	Meses 27-28
32.-	Finalización de los estudios Epidemiológicos	Mes 29
33.-	Adopción del Plan de Acción	Mes 29
34.-	Revisión y aprobación	Mes 30

2.4.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DURANTE LAS DIFERENTES FASES DEL PROYECTO

2.4.3.1 DURANTE EL PLANEAMIENTO

En esta fase se incluye el programa permanente de prevención, e cual resultará e ahorros significativos en costos que compensarán los gastos ocasionados para el desarrollo del proyecto y su implementación. El programa permanente de prevención incluye las siguientes acciones:

- Análisis de las principales consecuencias ante la posibilidad de accidentes durante la construcción .
- Medidas de manejo a fin de reducir las consecuencias y/o frecuencias de eventos indeseables.
- Investigación sobre proyectos semejantes mediante informes técnicos y revistas especiales.

2.4.3.2 DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El proyecto “Justo Juez”, procurará producir el menor impacto ambiental durante la construcción sobre los suelos, causes de agua, calidad del aire, organismos vivos y asentamientos humanos de la zona.

L fase construcción requiere de un programa permanente de prevención y monitoreo. En prevención se deberá cumplir entre otras normas establecidas, las siguientes:

- A. Sobre la extracción de los materiales.
- B. Sobre el campamento.
- C. Sobre la maquinaria pesada.

En cuanto al monitoreo, estarán referidos principalmente a:

- Precipitación pluvial.
- Superficie en proceso de desertificación.
- Los impactos en las tierras silvestres, las especies o las comunidades de plantas de especial importancia ecológica.
- Salud pública y los vectores portadores de las enfermedades.
- Migración de pobladores hacia la zona o fuera de ella.

- Cambios en la situación económica y social de las poblaciones reasentadas y la población que permanece en la zona del proyecto.
- El uso de la tierra y los materiales que se utilizan en la etapa de la construcción.

A. SOBRE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES

Las zonas para la extracción de materiales de construcción (áreas de préstamo de arenas, gravas, piedra, etc.), serán seleccionadas previo un análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación por parte de la Dirección general de medio Ambiente del Sector Vivienda y Construcción.

El material superficial de una zona de préstamo, debe ser apilado y cubierto con plásticos para ser utilizado en las restauraciones futuras. Cuando la calidad de material lo permita, se aprovecharán los materiales de los cortes para realizar rellenos, o como fuente de materiales constructivos, con el fin de minimizar la necesidad de explotar otras fuentes y reducir los costos ambientales y económicos.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos serán acarreados a botaderos seleccionados y dispuestos adecuadamente, con la finalidad de evitar problemas posteriores.

B. SOBRE LOS CAMPAMENTOS

Los campamentos deben ubicarse en lo posible alejados de las zonas pobladas, con el fin de evitar problemas de salud en la zona del proyecto.

Todos los campamentos contarán con una fosa séptica técnicamente diseñada, la cual deberá ser operada y mantenida hasta la culminación de la construcción de las viviendas. Finalmente, se someterá a una limpieza escrupulosa para la entrega a su propietario designado.

En lo posible, los campamentos serán de material prefabricado, los que una vez concluido el proyecto, pueden ser donados a las comunidades para beneficio común o destinados a centros de salud o escuelas de las zonas aledañas.

C. SOBRE LA MAQUINARIA PESADA

La maquinaria pesada deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de forma que se quemé el mínimo de combustible necesario, minimizando de tal forma la contaminación atmosférica. Asimismo, el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno. Para evitar el exceso de ruidos molestos

Se debe prevenir la liberación de combustibles y/o lubricantes hacia el suelo, agua o aire a fin de evitar cualquier contacto con el personal sensible o la población en general. Los cambios de aceite de las maquinarias, deberá ser cuidadosa, disponiéndose el aceite de desecho en cilindros de 55 galones para ser retirados en sitios alejados de las poblaciones cercanas. Por ningún motivo, se verterán estos residuos a los cursos de agua.

Es responsabilidad del proyecto "Justo Juez", conocer los lineamientos ambientales emitidos por la Dirección General de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda y Construcción, así como cumplir con todas las leyes y ordenanzas vigentes dictadas por las diferentes autoridades ambientales.

2.4.3.3 DURANTE LA EJECUCIÓN (Ocupación de residentes)

Además de las acciones indicadas en las fases anteriores que incluyen programas de prevención y monitoreo, se deberá incluir el programa especial de contingencias el mismo que incluye a su vez procedimientos, equipos, comunicaciones y/o personal especialmente asignado a estos eventos (incluidos en el personal del proyecto).

El programa de contingencias incluye las siguientes consideraciones:

- Un procedimiento para reportar el incidente y establecer una comunicación entre el personal de emergencia del proyecto y el representante del sector competente.
- Un procedimiento para la capacitación y entrenamiento del personal en técnicas de emergencia y respuesta en la zona del proyecto.
- Proporcionar mapas y planos en los que se indique los lugares más vulnerables del proyecto y las medidas de control que se deberán tener presente en caso en que estos fenómenos se presenten .
- Una lista de equipos a ser utilizados para hacer frente a las emergencias.
- Una lista de personal técnico y/o de obra con conocimiento de acciones de respuesta a emergencias incluyendo apoyo médico, logístico y otros servicios.

- Incluir cronogramas de entrenamiento del personal y charlas periódicas, distribución de mapas, fijación de señales y las medidas de control necesarias en caso de ocurrencia de accidentes y otros fenómenos.

Se hace notar que el proyecto "Justo Juez" no concluye con la construcción. La fase de ejecución, que involucra la ocupación de las viviendas construídas por parte de los residentes, propietarios, etc. Y su posterior desarrollo cotidiano es sin lugar a dudas la fase de más larga extensión de tiempo. Por lo que, su actividad se desarrolla y evalúa en los métodos de la Matriz de Leopold y del Instituto Battelle- Columbus.

2.4.4 MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

El monitoreo y vigilancia es un sistema continuo de observación de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos que tiene como objetivo seguir la evaluación del conjunto de impactos ambientales indicados en el capítulo 2.3. El monitoreo y vigilancia incluye: Niveles de monitoreo, Periodos de monitoreo y Variables de monitoreo.

A. NIVELES DE MONITOREO

Los sistemas de monitoreo pueden cubrir diferentes áreas geográficas, dependiendo de la naturaleza del problema ambiental y de la jurisdicción de la empresa de monitoreo (Local, regional, nacional/internacional). En este caso será a nivel local.

B. PERIODOS DE MONITOREO

Los periodos de monitoreo se pueden identificar en las fases del proyecto: Planeamiento, Construcción y Ejecución.

C. VARIABLES DEL MONITOREO

Depende de las necesidades de información del proyecto. Estas observaciones se indican en los acápite anteriores.

2.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA PREVENCIÓN Y /O CONTROL

PROGRAMA PERMANENTE DE PREVENCIÓN.

Cuya finalidad es reducir la cantidad de materiales peligrosos y/o contaminantes que ingresan al sistema de evacuación de residuos, ya sea que se viertan o se emitan al ambiente. El programa, puede incluir las siguientes actividades:

- Aplicación de buena práctica.
- Capacitación.
- Actividades de mejoras continua.
- Cambio de procedimientos.
- Cambio de materiales.
- Cambio de tecnología.
- Otros.

PROGRAMA PERMANENTE DE MONITOREO

Este programa permite observar permanentemente algunos parámetros considerados básicos para controlar los eventuales impactos de la actividad. Las actividades involucradas en este en este programa incluyen:

- Seguimiento de parámetros que caracterizan la contaminación.
- Análisis de las condiciones ambientales de la zona (aire y agua).

PROGRAMAS DE CONTINGENCIA.

El programa estará diseñado para ejecutar cuando se presente la eventualidad, exigiéndose que su contenido se mantenga revisado y actualizado para poder aplicar la acción inmediata. El programa se basa en evaluaciones de los riesgos para las personas y el ambiente. Las actividades del programa podrían incluir:

- Procedimientos.
- Equipos.
- Comunicaciones.
- Personal entrenado.

PROGRAMA DE CLAUSURA.

Se describe de forma general los procedimientos y acciones a fin de evitar un peligro posterior de contaminación del ambiente o daño a la salud y la vida de las poblaciones vecinas. Contempla la protección o remoción, descontaminación del suelo, etc.

2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.4.2.1 CONCLUSIONES.

Luego de someter las actividades que realizará el proyecto "Justo Juez" a través de los dos métodos (Matriz de Leopold y Battelle-Columbus), se concluye lo siguiente:

- 1) En la Matriz de Leopold, se contabilizan 51 actividades que podrían impactar de forma positiva en la zona del proyecto, esto es, en lo concerniente a empleo, salud y seguridad.
- 2) En la misma Matriz de Leopold se identifican 71 actividades con impactos negativos. Estos impactos se hacen presente en el inicio de las actividades de construcción y tienen que ver con la calidad del aire y la eliminación de residuos.
- 3) La sumatoria de los impactos positivos y negativos ascienden a un total de +124. esta cantidad positiva nos indica que el proyecto tendrá un impacto positivo sobre el ambiente, aunque mínimo. Esto se debe a que, el proyecto constituirá una creciente fuente de empleo y otorgará salud y seguridad para sus residentes futuros.
- 4) En cuanto al sistema de valoración del Instituto Battelle-Columbus, la valoración de los impactos en la situación con proyecto, llega al valor de 109,90 puntos. Respecto de la valoración en la situación sin proyecto el valor de 134,77 puntos. Realizando la diferencia, la cual, nos permite cuantificar el cambio neto realizado por el proyecto, resulta un valor pequeño de -24,87 puntos.
- 5) En los dos métodos, se puede apreciar que el impacto total del proyecto "Justo Juez" será relativamente positivo (+124) o ligeramente negativo (-24,87). Estos valores indican que el proyecto presentaría viabilidad ambiental y por tanto aprobación por la Autoridad Competente del sector Construcción y Vivienda de la región Arequipa.

- 6) Asimismo, se concluye que el proyecto “Justo Juez” es viable, como resultado de la Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental.
- 7) Se han logrado identificar las fuentes de contaminación, establecer planes de prevención, monitoreo y mitigación en las diferentes fases del proyecto.
- 8) No se habrá conflictos con la población aledaña y se mejorará el nivel socioeconómico de la zona del proyecto.
- 9) Cabe indicar que en el método de Battelle-Columbus, se presenta un recuadro adicional, referente a señal de alerta, en el cual no hay indicación de alteración.

2.4.2.2 RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda realizar investigaciones sobre parámetros ambientales correspondientes a condiciones locales o regionales, debido a que los valores ponderales del método de Battelle – Columbus implican otras realidades ambientales.
- 2) Es recomendable conformar un grupo experto que se encargue de formular, elaborar y evaluar los estudios de impacto ambiental de los proyectos específicamente relacionados a la construcción de viviendas, en el ámbito de la región.
- 3) Asimismo, se recomienda conducir un estudio sobre nuevas técnicas de construcción y de materiales alternativas de larga duración a fin de reducir el impacto de las actividades de construcción de estos conjuntos de viviendas.

SEGUNDA LECTURA

CAPITULO 4

IDENTIFICACION, ANALISIS Y EVALUACION DE IMPACTOS Y POSIBLES MEDIDAS DE MITIGACION

4.1. ASPECTOS METODOLOGICOS

La metodología ha emplear para la identificación de impactos ambientales ha sido la denominada "Lista de Chequeo Descriptiva" (clasificación de Warner y Bromley en 1974), que es empleada por el Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social - FONCODES, para la Evaluación Ambiental de proyectos de infraestructura rural, de similares condiciones al Proyecto; la cual también es planteada en la bibliografía del Ing. Absalón Vásquez Villanueva - Manejo de Cuencas.

Esta consiste en examinar cada una de las preguntas de la Lista de Chequeo Descriptiva correspondiente, en este caso para trochas carrozables. En cada uno de los puntos que conforman la Lista de Chequeo Descriptiva se anotará **SÍ** o **NO**, si existe la posibilidad de que ocurra la situación indicada. Si la respuesta es **SÍ**, entonces se analiza la posible ocurrencia de un determinado impacto que está simbolizado con un número y se encuentra descrito en la Ficha de Evaluación de Impacto Ambiental, en caso de resultar positivo, se encierra el número en un círculo, este procedimiento nos permite identificar los impactos que ocasionará el Proyecto. Una vez concluido el procedimiento, se realizará un conteo de los impactos habilitados (aquellos números encerrados en un círculo) y se

irá marcando la cantidad de repeticiones de cada uno de ellos en la columna titulada "frecuencia" de la Ficha de Evaluación de Impacto Ambiental. El número total de frecuencias determinará el grado del impacto, es decir, si la frecuencia es menor o igual a 1, el grado del impacto será **no significativo** y se simboliza con **N**. Cuando la frecuencia esté entre 2 y 4, el grado del impacto será **leve** y se simbolizará con **L**; si la frecuencia es mayor o igual a 5, se trata de un impacto de grado **intenso** y se representará por **I**.

Ejemplo:

En el cuadro siguiente; si estamos analizando un proyecto que se encuentra ubicado dentro de un área natural protegida, entonces en la columna de ocurrencias pondremos **SI**, luego analizaremos la posible ocurrencia de cada uno de los impactos ambientales que están representados por los números de la columna titulada Códigos Habilitados. El significado de cada código se encuentra en la ficha de evaluación de impacto ambiental (ver Cuadro N° IV - 01). Si consideramos que en algún momento de la etapa que estamos analizando existe la posibilidad de que ocurra el impacto debemos "habilitarlo" encerrándolo en un círculo. Continuar el procedimiento hasta terminar con todas las preguntas.

CUADRO N° IV - 01

Fuentes de impacto ambiental	Ocurrencias	Códigos
A. Por la ubicación y diseño	Si / No	Habilitados
¿El proyecto se ubica dentro de un área natural protegida y/o zona arqueológica?	SI	①, ②, ③, ⑪, 12, ⑮, ⑲, 21, 22, 24, 25, 31, 32, 33, 35
¿Las oficinas y almacenes están a menos de 100m de un curso de agua?	NO	1,3,11,22

El siguiente paso es realizar el conteo de la frecuencia con que se repiten cada uno de los impactos habilitados, para ello debe emplearse la Ficha de Evaluación de Impacto Ambiental, esta ficha tiene 5 columnas, la primera contiene los Números o códigos a los cuáles se hace referencia en las listas de chequeo descriptivas, la segunda columna contiene él o los impactos potenciales que corresponden a cada código, la siguiente columna es la frecuencia cuya utilidad es que en ella se anotarán el número de veces que se repite cada código, la columna siguiente es para colocar el grado del proyecto y finalmente la quinta columna que contiene las medidas de control ambiental para los impactos ambientales identificados. En este caso se procede de la siguiente manera, se deberá marcar un check "✓" en la columna de frecuencia por cada vez que se repita el mismo impacto.

Ejemplo:

Se ha marcado **Si** en las siguientes preguntas



CUADRO N° IV - 02

Fuentes de Impacto Ambiental del Proyecto	Ocurrencia	Códigos
	Sí / No	Habilitados
¿Las líneas de conducción cruzan lugares donde se arrojan desperdicios?	Sí	①, 2, ③, 11, ⑳
¿Las captaciones carecen de protección? (es de libre acceso para los animales y personas ajenas)	Sí	①, 2, ③, ⑪, 24,
¿Se carece de letrinas para los trabajadores?	Sí	①, ③, ⑪



Al marcar afirmativamente, se han analizado los códigos y se han habilitado los siguientes impactos:

CUADRO N° IV - 03

Código	Impacto Potencial	Frecuencia	Grados	Medida de Control Ambiental
1	Contaminación del Agua	✓✓✓ -3		
3	Generación de Focos Infecciosos	✓✓✓ -3		
11	Contaminación del Suelo	✓✓ -2		
20	Reducción de la Productividad Vegetal	✓ -1		
24	Destrucción y/o Alteración del Hábitat	✓ -1		

Para completar la Ficha de Evaluación deberá contar cuántas veces se repite cada código (impacto potencial). De acuerdo a este resultado se debe completar el grado de impacto usando el cuadro que aparece al final de la Ficha.

CUADRO N° IV - 04

Grado	Frecuencia
I (intenso)	$F \geq 5$
L (leve)	$4 \geq f \geq 2$
N (no significativo)	$F \leq 1$



CUADRO N° IV - 05

Código	Impacto Potencial	Frecuencia	Grados	Medida de Control Ambiental
1	Contaminación del Agua	✓✓✓(3)	L	
3	Generación de Focos Infecciosos	✓✓✓(3)	L	
11	Contaminación del Suelo	✓✓(2)	L	
20	Reducción de la Productividad Vegetal	✓(1)	N	
24	Dstrucción y/o Alteración del Hábitat	✓(1)	N	

Para la Categoría del proyecto se usa el mismo cuadro, pero con la información de la columna de Grado. Si se presentan uno o varios ítems de grado **I**, entonces se debe escribir un **1** en el recuadro de categoría. Si se presentan uno o varios de grado **L**, se debe escribir un **2** en el recuadro de categoría. Si no hay fuentes de impacto o todas fueron de grado **N**, se escribe un **3**.

CUADRO N° IV - 06

a.	Categorías de los Impactos
1	Si el proyecto posee uno o varios impactos ambientales de grado I.
2	Si el proyecto posee impactos ambientales de grado L y ninguno de grado Intenso.
3	Si el proyecto posee impactos ambientales de grado N y ningún caso de impacto de grado L o I.

Ejemplo:

En el ejemplo que se ha evaluado, el proyecto debe recibir la **Categoría 2**, debido a que tenemos cuatro (4) impactos de grado leve. Este proyecto deberá incluir Medidas de Control Ambiental para los impactos identificados, estas medidas deben tener relación con las causas que ocasionaron el impacto, deben proponer como superar la situación particular presentada:

Contaminación del Agua; tratamiento de efluentes, manejo de desechos sólidos, capacitación y uso de pozos de relleno sanitario.

Generación de Focos Infecciosos; tratamiento de aguas residuales, control de vectores de enfermedades.

Contaminación del Suelo; eliminar suelo contaminado, uso de relleno sanitario y capacitación.

Con la información anteriormente explicada, se procederá a habilitar la Lista de Chequeo para la Evaluación de la Rehabilitación de la Trocha Carrozable Chazuta - Shilcayo, para luego proceder con el conteo y llenado de la ficha de Identificación de Impactos Potenciales - Medidas de Control Ambiental.



FICHAS DE EVALUACION

FICHA PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL (TROCHAS, CARRETERAS)
LISTA DE CHEQUEO DESCRIPTIVA

Fuentes de Impacto Ambiental	Ocurrencias	Códigos Habilitados
A. Por la ubicación física y diseño	Sí / No	
- ¿La obra se ubica dentro de un área natural protegida y/o zona arqueológica?	SI	1), 2, (3), (11), (12), (15), (19), (21), (22), (24), (25), (31), (32), 33, 35
- ¿El trazo elegido es la única alternativa viable?	NO	6, 15, 16, 17, 24, 25, 26, 27
- ¿El trazo de la vía recorre laderas propensas a erosión?	SI	(12), (16), (17), 28
- ¿El trazo de la vía cruza laderas con vegetación?	SI	9, (16), (21), (23), 24
- ¿El trazo de la vía cruza cursos de agua o quebradas?	SI	(1), (5), 6, (7), (17), (24), (26)
- ¿Es posible encontrar material suelto en las zonas con pendiente pronunciada?	SI	(12), (16), (17), (27)
- ¿El almacén de combustibles, lubricantes y otros compuestos químicos tiene piso de tierra?	NO	1, 11
- ¿La vía carece de protección vegetal en la margen superior?	NO	16, 17, 27
- ¿La vía carece de cunetas?	NO	15, 16, 17, 27, 28, 29
- ¿La vía carece de badenes o alcantarillas en zonas necesarias?	NO	6, 10, 17, 20, 26, 28, 29
- ¿Se extraerá material de lomas, colinas o cerros?	SI	(16), (17), (21), 22, (27)
- ¿Se cruzan caminos, veredas o trochas usadas por animales?	SI	(15), (37)
- ¿La comunidad beneficiaria, o comunidades involucradas estuvieron desinformadas respecto al proyecto?	NO	26, 28, 29, 32, 33, 34
B. Por la ejecución		
- ¿Existe la posibilidad de afectar bosques naturales?	NO	24, 35, 37
- ¿Se utilizará maquinaria pesada?	SI	(15), (16), (17), (19), (22), 24, (25), (27)
- ¿El material sobrante de las excavaciones será abandonado en el lugar?	SI	(3), 9, (11), 16, (20), 22, 28
- ¿Se construirán obras de arte?	SI	6, (7), 8, 9, (17)
- ¿Será necesario conformar plataformas?	SI	(27), 29
- ¿El material obtenido del corte de taludes puede obstruir una quebrada?	SI	(1), 4, (5), 6, (7), 8, 9, (25), (26)
- ¿Se transportará materiales por terrenos de cultivo?	SI	(11), (15), (23)
- ¿Se utilizarán explosivos?	NO	1, 11, 16, 17, 19, 22, 27
- ¿Existe la posibilidad de desenterrar basura?	NO	1, 3, 17, 18, 31, 11,
- ¿Será necesario talar árboles?	SI	21, (24), (31)
- ¿Las excavaciones pueden afectar las raíces de los árboles cercanos?	SI	(12), (20), (21), (24)
- ¿Se utilizará madera de bosques locales para las instalaciones?	SI	7, 16, (21), 23, (24), (31)

Fuentes de Impacto Ambiental	Ocurrencias		Códigos Habilitados
	Sí / No		
- ¿Los agregados provienen de canteras locales?	SI		(17), (26), (27)
- ¿Se abrirán trochas para llegar a la obra?	NO		6, 7, 8, 12, 15, 17
- ¿Existe la posibilidad de encontrar agua subterránea?	NO		1, 5, 7, 8, 10, 11, 27 22
- ¿Se usarán agregados de otro lugar?	NO		1, 11
- ¿Se carece de letrinas para los trabajadores?	NO		1, 3, 11, 18
- ¿Se utilizarán agregados de un curso de agua cercano?	SI		(1), (7), (9), 10
C. Por la operación			
- ¿Se carece de una Organización Comunal que administre y opere el proyecto?	SI		26, (28), (29), 32, (34)
- ¿Los beneficiarios distorsionan el uso de las obras?	SI		(1), (11), (18), (26), (28), (34)
- ¿Se carece de un reglamento de operación y mantenimiento de las obras del proyecto?	SI		26, (28), (29), (34)
D. Por el mantenimiento			
- ¿Se carecen de acuerdos formales para el mantenimiento de la infraestructura?	SI		26, (28), 29, (34)
- ¿El Ministerio de Transportes carece de los datos del proyecto?	SI		(15), 17, 16, (28)

* Encierre en un círculo los códigos habilitados de la última columna



FICHA DE EVALUACION AMBIENTAL

IDENTIFICACION Y ANALISIS DE IMPACTOS POTENCIALES - MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
1	Contaminación del agua (deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, eutroficación, aumento de toxicidad, presencia de residuos sólidos y líquidos, aumento de turbidez, masificación de los niveles tróficos acuáticos).	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de efluentes. - Replanteo de trazo y/o ubicación de obras. - Monitoreo de la calidad de agua en la cuenca y en el cauce. Análisis de agua y suelos - Exigir la implementación de letrinas y pozos de relleno - Manejo de residuos sólidos, líquidos, orgánicos e inorgánicos. - Capacitación - Manejo y operación adecuada de las estructuras. - Rehúso (agua y lodos, operación y mantenimiento) - Limpieza permanente de cauces. - Mejorar las prácticas agrícolas y controlar insumos (especialmente bioácidas y fertilizantes químicos). - Elevar las letrinas hasta lograr el distanciamiento adecuado respecto al nivel freático. - Desinfección del agua en el sistema en forma sostenida y eficiente - Limpieza y desinfección periódica de sistemas de abastecimientos de agua. - Mejora de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales. - Impermeabilizar las lagunas de estabilización - Construir letrinas de doble cámara y elevadas. - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructuras.
2	Degradación de la calidad del agua: reservorios y embalses (eutroficación)			<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar la vegetación lignosa de la zona del reservorio. - Controlar el uso de la tierra, las descargas de aguas servidas y la aplicación de agroquímicos en la cuenca hidrográfica. - Limitar el tiempo de retención de agua en el reservorio. - Instalar salidas a diferentes niveles para evitar la descarga del agua sin oxígeno. - Eliminar contaminantes con técnicas de tratamiento y manejo de desechos orgánicos e inorgánicos. - Monitoreo de la cuenca principal y del cauce. Análisis de agua y suelos. - Mejora de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales. - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructura.
3	Introducción o mayor incidencia de enfermedades transportadas o relacionadas con el agua. (esquistosomiasis, malaria, oncocerciasis y otros.).	✓✓✓ ✓✓	I	<ul style="list-style-type: none"> - Usar canales revestidos o tuberías para disminuir vectores. - Evitar aguas estancadas o lentas. - Usar canales rectos o ligeramente curvados. - Limpieza de canales. - Rellenar o drenar pozos de préstamo cercanos a canales y caminos. - Prevención de enfermedades. - Tratamiento de enfermedades.

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
	Generación de focos infecciosos. (Presencia de insectos y sus implicancias sobre la salud, residuos sólidos, aguas residuales)			<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de aguas residuales - Reciclaje y reutilización de los desechos sólidos. - Exigir el uso de relleno sanitario - Cursos de orientación sobre salud y medio ambiente. - Sistemas de drenaje y otras medidas estructurales. - Control de mosquitos y otros vectores de enfermedades.
				<ul style="list-style-type: none"> - Modificaciones de obras. - Mejora de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales. - Impermeabilizar las lagunas con membranas sintéticas. - Construir letrinas de doble cámara y elevadas. - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructuras.
4	Aumento de las enfermedades relacionadas con el agua (presas y reservorios de agua)			<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y operar la represa para reducir el hábitat de vectores (insectos, roedores y mamíferos) - Prevención de la presencia de vectores (fumigación controlada). Controlar el vector. - Emplear profilaxis y tratar la enfermedad.
5	Inundaciones	✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y ubicación de obras. - Defensas ribereñas: (muros de enrocado, diques de control, drenaje y otros).
6	Huaicos (dinámica de cauces, torrentes)			<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y ubicación de obras. - Actividades agro silvopastoriles. - Actividades mecánicas estructurales. - Capacitación.
7	Alteración de los cursos de agua en relación con la cantidad y a la situación física (caudal ecológico).	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicar fuentes alternas de agua. - Aplicar obras de arte. Racionalizar el consumo - Manejo de recurso hídrico (turnos de agua, organización y coordinación) - Capacitación <p>Garantizar el caudal ecológico necesario para la vida acuática y la calidad del paisaje ($Q_e = 0,15 Q_r$; Q_e = caudal ecológico; Q_r = caudal medio del río)</p>
8	Alteración del balance hídrico			<ul style="list-style-type: none"> - Proteger suelos descubiertos: pastos y gramíneas - Evitar la tala de vegetación arbustiva - Manejo del recurso hídrico (dotaciones, coordinaciones) - Obras hidráulicas
9	Reducción de la recarga freática (acuíferos)			<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de la cuenca y del cauce (aforos) - Ubicar fuentes alternas de agua. - Establecer prioridades en el uso del agua - Manejo del recurso hídrico (turnos, dotaciones y coordinaciones) - Capacitación.
10	Pérdida de agua			<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar obras de arte. - Sellar puntos críticos de fuga de agua. - Revestir puntos críticos del lecho.

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
11	Contaminación del suelo (calidad para uso agrícola, calidad del suelo).	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar suelo contaminado enterrándolo a más de 2 metros de profundidad como disposición final. - Depósito de combustibles debe tener piso de lona o plástico. - Exigir el uso de relleno sanitario - Manejo de desechos sólidos y residuos líquidos. Manejo de letrinas. Reciclaje - Capacitación. - Elevar las letrinas hasta lograr el distanciamiento adecuado respecto al nivel freático. - Impermeabilizar las lagunas con membranas sintéticas.
12	Erosión de los Suelos (aumento del arrastre de sedimentos, pérdida de la capacidad de infiltración, aumento de la escorrentía)	✓✓✓ ✓✓	I	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades agro silbo-pastoriles (forestación, pastos, barreras vivas, etc.) - Actividades, mecánico estructurales (muros, diques, zanjas, andenes, etc.). - Capacitación.
13	Bajo drenaje de los suelos. (interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales)			<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de drenaje - Manejo de sistemas de drenaje - Obras, hidráulicas - Zanja de coronación - Colectores de drenaje subterráneo
14	Saturación de los suelos			<ul style="list-style-type: none"> - Regular la aplicación del agua para evitar el riego excesivo - Instalar y mantener un sistema adecuado de drenaje - Utilizar canales revestidos con bordes para prevenir las fugas. - Utilizar riego por aspersión o por goteo.
15	Compactación y asentamientos	✓✓✓ ✓✓	I	<ul style="list-style-type: none"> - Remover el suelo y sembrar gramíneas, pastos y reforestar con especies nativas - Evitar el sobre pastoreo y el uso de maquinaria pesada. - Compactación mínima. Pruebas de suelos - Estructuras especiales - Replanteo de la ubicación de obras.
16	Pérdida de suelos y arrastre de materiales	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Sembrar gramíneas y reforestar en las áreas intervenidas - Obras de infraestructura: muros, diques, mampostería, drenes, etc. - Manejo de suelos
17	Derrumbes y deslizamientos. (Estabilidad de laderas, movimientos de masa).	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo de la ubicación de obras. - Reforestar: Barreras de contención viva con especies nativas locales. - Obras de infraestructura: Diques, muros, alcantarillas, drenes. - Técnicas de conservación y manejo de suelos. - Obras de drenaje.
18	Contaminación del aire (nivel de ruidos, polvo, calidad del aire, mal olor, gases, partículas, microclimas, vientos dominantes, contaminación sonora).			<ul style="list-style-type: none"> - No quemar desperdicios (plásticos, llantas y malezas). - Reciclar y reutilizar todo tipo de envases de plásticos, jebes, latas y vidrios. - Manejo de desechos y residuos líquidos. - Reforestar áreas descubiertas para oxigenación - Capacitación - Programa de vigilancia de control de la calidad del aire. - Reforestar como barrera de ruidos, vientos y mal olor.

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
19	Ruidos fuertes	✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Usar tapones para el oído - Construir caseta con material aislante - Usar silenciadores en la fuente del ruido - Vigilancia médica permanente - Reducir el ruido y el tiempo de exposición.
20	Reducción de la productividad vegetal	✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de manejo y conservación de suelos - Técnicas de cultivos: Rotación de cultivos y uso de semillas mejoradas. - Promover ejecución de proyectos productivos
21	Reducción del área de cobertura vegetal. (Diversidad, biomasas, estabilidad, especies endémicas, especies amenazadas o en peligro, estabilidad del ecosistema)	✓✓✓ ✓✓	I	<ul style="list-style-type: none"> - Restituir la vegetación en áreas intervenidas con siembra de gramíneas, pastos y arbustos nativos. - Reforestar con especies de árboles nativos locales. - Bosques comunales. - Prácticas agro silvopastoriles - Zonas de amortiguamiento
22	Perturbación del hábitat y/o alteración del Medio Ambiente Natural	✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y/o ubicación de obras - Manejo de fauna y flora (zoocriadero) - Bosques comunales (corredores y zonas de protección) - Mejorar el escenario de sitios adyacentes al proyecto con técnicas de reforestación y cría de animales. - Fomentar la ejecución de proyectos: Cría de animales menores, aves, piscigranjas, cerdos.
23	Reducción de la fuente de alimento	✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la productividad con técnicas de cultivos y semillas certificadas. - Promover ejecución de proyectos productivos como crías de aves, animales menores, etc. - Obras estructuradas de control de la erosión
24	Destrucción y/o alteración del hábitat.	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y/o ubicación de obras - Plantación con árboles frutales y forestales en las áreas intervenidas (fajas de protección y corredores) - Bosques comunales.
25	Reducción de las poblaciones de fauna (diversidad de biomasa, especie endémica, migración de fauna, riesgo de atropellos y accesibilidad por efecto barrera, estabilidad del ecosistema)	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y/o ubicación del proyecto. - Reforestación con arbustos y árboles forestales. - Promover la ejecución de proyectos productivos como: chacras integrales, cría de aves y animales menores. - Bosques comunales - Zoocriaderos
26	Interferencias con los recursos de otras comunidades.	✓✓✓ ✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicar nuevas fuentes de abastecimiento de agua. - Proponer un convenio entre las comunidades para evitar conflictos. Ver normas que rigen el uso de los recursos naturales. - Manejo de recursos naturales (convenios, acuerdos, proyectos integrales, solución de conflictos).
27	Accidentes fatales.			<ul style="list-style-type: none"> - Cursos en Seguridad en el trabajo, Medio Ambiente y Salud. - Señalamiento en puntos críticos de alto riesgo en el proyecto.

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
28	Deterioro o mal uso de las obras.			<ul style="list-style-type: none"> - Curso de operación y mantenimiento de las obras - Manuales de operación y mantenimiento de obras - Asignar responsabilidades a los beneficiarios para que asuman el compromiso de cuidar las obras - Organizar comités de vigilancia y protección de las obras ejecutadas por el proyecto - Diseñar las estructuras adecuadas con el entorno - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructuras
29	Falta de sostenibilidad del Proyecto			<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en Evaluación de Impacto Ambiental, medio ambiente y gestión ambiental - Organizar la Junta Administradora del proyecto y el comité de vigilancia - Difusión del proyecto en asambleas, cursos, charlas, talleres y entrega de manuales y cartillas - Incluir medidas de protección de las estructuras - Coordinación interinstitucional - Manuales de operación y mantenimiento - Contrapartida de presupuestos garantizados con otras instituciones (municipios) - Operación y mantenimiento adecuado de sistemas, instalaciones e infraestructuras.
30	Incendio forestal y Sobre pastoreo			<ul style="list-style-type: none"> - Exigir un Plan de Manejo Forestal. - Prohibir acampar turistas cerca de las plantaciones. - Establecer zonas de protección (pastos y forestación) - Señalización en zonas críticas. - Organización de comités de Vigilancia de las plantaciones. - No permitir el sobre pastoreo.
31	Deterioro de la calidad visual del paisaje (paisaje protegido, plan especial de protección, vistas panorámicas y paisaje)	✓✓✓ ✓✓	I	<ul style="list-style-type: none"> - Forestación - Obras estructurales (armónicos con el paisaje) - Proyectos de bellezas escénicas y paisajísticas - Manejo de recursos naturales - Coordinaciones interinstitucionales - Replanteo del trazo y/o ubicación de obras.
32	Cambios de uso del territorio (conflictos, expropiaciones)			<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y/o ubicación de obras. - Convenios - Manejo de los usos de territorio. - Ordenamiento territorial y ambiental.
33	Afectación cultural (restos arqueológicos, monumentos históricos)			<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo del trazo y/o ubicación del proyecto. - Coordinaciones interinstitucionales/Convenios.
34	Afectación de Infraestructuras a terceros	✓✓✓	L	<ul style="list-style-type: none"> - Convenios - Solución de Conflictos - Reubicación y replanteo de obras.
35	Afectación de bosques de protección/afectación de ecosistemas especiales (frágiles)			<ul style="list-style-type: none"> - Reubicación y replanteo de obras. - Forestación. - Manejo de bosques y recursos naturales - Capacitación - Coordinación interinstitucional.

Código	Impacto potencial	Frecuencia	Grado	Medidas de Control Ambiental
36	Deterioro de la calidad de vida (salud, seguridad, bienestar)			<ul style="list-style-type: none"> - Replanteo de la ubicación de obras - Campañas preventivas de salud - Manejo de recursos naturales - Manejo de residuos sólidos y aguas residuales. - Elevar las letrinas hasta lograr el distanciamiento adecuado respecto al nivel freático. - Desinfección del agua en el sistema en forma sostenida. - Impermeabilizar las lagunas con membranas sintéticas.
37	Obstrucción del movimiento del ganado			<ul style="list-style-type: none"> - Convenios (tránsito de ganado) - Proveer corredores - Obras estructurales

FUENTE: FONCODES - GUIA DE EVALUACION AMBIENTAL

4.2. IMPACTO DE LA CONSTITUCION DE DERECHO DE VIA

El Derecho de Vía (DDV) consiste en una franja de aproximadamente 13,316 km de largo por 20 m de ancho área que deberá ser liberada para implantación de la trocha, implicando en la expropiación de tierras, mejoras y otros tipos de impactos.

En los trechos donde la trocha coincide con el camino existente, una franja de 15 m de ancho ya es de propiedad, o servidumbre en favor del Gobierno. Ahí, la acción del Proyecto será la ampliación del actual DDV en 35 m. de ancho para estimar la superficie a expropiar. El ancho de la franja afectada será diferente en cada predio.

Los impactos provocados por la constitución del DDV pueden ser analizados bajo un doble enfoque:

- Primero, por el tipo de pérdidas según las categorías de propietarios de los terrenos urbanos y rurales afectados. Las tierras rurales afectadas están ocupadas por pobladores de las localidades con extensiones (medianas y pequeñas), en proporciones diferentes según el tramo.



Los impactos que sufrirán tendrán mayor o menor gravedad, dependiendo de medidas que sean tomadas por los pobladores y la institución que se encargará del mantenimiento de la trocha. Estos dos grupos serán los que apliquen diversas acciones de reposición de pérdidas de terrenos.

• Segundo, por el tipo de pérdidas, impactos y beneficios que cada localidad tendrá. Se describe el impacto provocado directamente por la constitución del DDV.

Impactos Generales sobre la Propiedad y Uso de la Tierra

Afectación a la Propiedad de la Tierra

Un primer impacto de la constitución del DDV es la afectación a la tenencia y propiedad de la tierra. El proceso de expropiación hará que tierras de propiedad, o en posesión privada pasen a dominio público para constituir una franja destinada al uso como infraestructura vial.

La población afectada es consciente de que la rehabilitación de la trocha implicará la expropiación de tierras y daños a mejoras, y nadie objeta dicha afectación siempre que ésta sea restituida o indemnizada de manera justa. El conjunto de medidas de reposición de pérdidas busca alcanzar ese objetivo.

Un segundo aspecto es la situación de inseguridad jurídica sobre la propiedad de la tierra existente en toda el área de influencia de la trocha, una vez que se haya llegado al acuerdo se procederá al saneamiento de tierras en la zona, conforme a lo previsto por el PETT (Programa Especial de

Titulación de Tierras). Cabe destacar que en las localidades se hizo entrega de títulos de propiedad en los últimos años, para que de alguna manera la tala indiscriminada de bosques se reduzca y evitar la plantación coccalera. Así, la expropiación del área del DDV requerirá el saneamiento previo de los predios afectados, para identificar correctamente los derechos legales de la población afectada.

4.3. IMPACTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA TROCHA EN MEDIO FISICO

Ver Identificación de Impactos en el Plano N° 07

Etapas de Construcción

CUADRO N° IV - 07

N°	IMPACTO	GRADO DEL IMPACTO	FUENTE	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO
1	Compactación y asentamientos	I	Por el peso de la maquinaria Pesada. Por la instalación de campamento, por el paso de maquinaria pesada en zonas de cultivo, uso de maquinaria en obras de concreto (mezcladora, vibrador, etc.)	Suelo
2	Contaminación del agua superficial	L	Inadecuada disposición de excretas de los trabajadores en el proceso constructivo. Por sedimentos debido al roce, limpieza y movimiento de tierra. Sedimentos y material residual de la preparación y vaciado de concreto, por residuos de la instalación de alcantarillas, por los residuos de las actividades en la ejecución del pontón	Agua
3	Reducción de área de cobertura vegetal	L	Por la tala para el trazo y replanteo, por el roce y limpieza, por el retiro total de la capa superficial del suelo en el movimiento de tierra	Suelo
4	Deterioro de la calidad visual del paisaje	I	Por la tala para el trazo y replanteo, roce y limpieza, modificación del escenario natural	Suelo
5	Generación de residuos	I	Por el roce y limpieza., por la colocación de señales en la vía	Suelo, Agua
6	Derrumbes y deslizamiento	L	Por alteración de la conformación natural en el movimiento de tierra	Suelo, Agua
7	Inundaciones	L	Por el cambio del drenaje natural debido a movimiento de tierra,	Suelo, Agua (quebradas)
8	Alteración de los cursos de		Por corte y/o relleno de material en la actividad de movimiento de tierra	Agua (quebrada)

	agua en relación con la cantidad y la situación física	L		s)
9	Reducción de la fuente de alimento	L	Extracción de capa arable. Por cambio de uso del suelo agrícola para el eje y el derecho de vía en el movimiento de tierra	Suelo
10	Erosión de suelos	I	Por la alteración de la estructura del suelo en el movimiento de tierra	Suelo, Agua
11	Contaminación del suelo (calidad de uso agrícola),	L	Por los residuos líquidos del concreto (agua + cemento), por el traslado de materiales por terrenos de cultivo, por el transporte de materiales para los pontones por terrenos de cultivo	Suelo
12	Colonización de nuevas áreas	I	Por la mejora en las condiciones de accesibilidad a la zona y perspectivas de desarrollo.	Agua, Suelo
13	Contaminación por hidrocarburos	L	Por derrame y/o manipuleo en el transporte y almacenamiento.	Agua, Suelo

I = Impacto intenso,

L = Impacto leve

Ver Identificación de Impactos en el Plano N° 07

Etapa de Operación

CUADRO N° IV - 08

N°	IMPACTO	GRADO DEL IMPACTO	FUENTE	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO
1	Erosión	L	Por tránsito vehicular, inestabilidad de taludes, falta de mantenimiento de cunetas,	Suelo, Agua
2	Afectación de infraestructura de terceros	L	Movimiento de tierra en la extracción de material de cantera para bacheo	Suelo
3	Interferencia con los recursos de otras comunidades	L	Extracción de material seleccionado de cantera de la jurisdicción de otra comunidad.	Suelo

4.4. IMPACTO DE LA CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA TROCHA EN MEDIO BIOLÓGICO

Ver Identificación de Impactos en el Plano N° 07

Etapa de Construcción



CUADRO N° IV - 09

N°	IMPACTO	GRADO DEL IMPACTO	FUENTE	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO
1	Perturbación de la fauna nativa	L	Ruido de operación de la maquinaria pesada y equipos, en el campamento, en las actividades de movimiento de tierra, mezcla y vaciado de concreto. Caza, pesca de especies de fauna por los trabajadores.	Fauna
2	Reducción de área de cobertura vegetal	L	Por la tala para el trazo y replanteo, por el roce y limpieza, por el retiro total de la capa superficial del suelo en el movimiento de tierra	Flora, Fauna
3	Deterioro de la calidad visual del paisaje	I	Por la tala para el trazo y replanteo, roce y limpieza, modificación del escenario natural	Flora, Fauna
4	Pérdida de suelo y arrastre de materiales	L	Por cambio de uso al instalar el campamento. Por corte en movimiento de tierra, por cambio de uso de áreas y contaminación con material de preparación de concreto	Flora, Fauna
5	Colonización de nuevas áreas	I	Por la mejora en las condiciones de accesibilidad a la zona y perspectivas de desarrollo.	Flora, fauna
6	Contaminación por hidrocarburos	L	Por derrame y/o manipuleo en el transporte y almacenamiento.	Flora, fauna

I = Impacto intenso,

L = Impacto leve

4.5. IMPACTO DE LA CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA TROCHA EN MEDIO SOCIO ECONOMICO, CULTURAL

Ver Identificación de Impactos en el Plano N° 07

Etapa de Construcción

CUADRO N° IV - 10

N°	IMPACTO	GRADO DEL IMPACTO	FUENTE	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO
1	Pérdida de suelo y arrastre de materiales	L	Por cambio de uso al instalar el campamento. Por corte en movimiento de tierra, por cambio de uso de áreas y contaminación con material de preparación de concreto	Hombre
2	Interferencia con los recursos de otras comunidades	L	Por el movimiento de tierra en la explotación de canteras, explotación de canteras de agregados para la preparación del concreto.	Hombre
3	Reducción de la fuente de alimento	L	Extracción de capa arable. Por cambio de uso del suelo agrícola para el eje y el derecho de vía en el movimiento de tierra	Hombre
4	Contaminación del suelo		Por los residuos líquidos del concreto (agua + cemento), por el traslado de	Hombre

	(calidad de uso agrícola),	L	materiales por terrenos de cultivo, por el transporte de materiales para los pontones por terrenos de cultivo	
5	Conflicto social	L	Por oposición a la alternativa de trazo de la vía, pago de indemnización por derecho de expropiación y por la expectativa de generación de empleo.	Hombre
6	Colonización de nuevas áreas	I	Por la mejora en las condiciones de accesibilidad a la zona y perspectivas de desarrollo.	Hombre

I = Impacto intenso,

L = Impacto leve

Ver Identificación de Impactos en el Plano N° 07

Etapa de Operación

CUADRO N° IV - 11

N°	IMPACTO	GRADO DEL IMPACTO	FUENTE	FACTOR AMBIENTAL IMPACTADO
1	Afectación de infraestructura de terceros	L	Movimiento de tierra en la extracción de material de cantera para bacheo	Hombre
2	Interferencia con los recursos de otras comunidades	L	Extracción de material seleccionado de cantera de la jurisdicción de otra comunidad.	Hombre

I = Impacto intenso,

L = Impacto leve

4.6. SINTESIS DE IMPACTOS Y MEDIDAS MITIGADORAS SEGÚN ASPECTOS SOCIALES RELEVANTES

Durante el recorrido para la elaboración del presente estudio se hicieron manifiestos dos problemas sociales: el primero fue identificado en el caserío de Llucanayacu en el lugar denominado Fundo Progreso (coordenadas UTM 382448 E; 9274846 N), límite con el caserío de Shilcayo, y fue expresado por el Teniente Gobernador y el Agente Municipal del mencionado caserío; este último mencionó que es dueño de un terreno en el cual ha sembrado pastos, por los cuáles el trazo de la carretera discurre, manifestó estar de acuerdo con



la rehabilitación del camino vecinal; pero respetando el antiguo trazo, el mismo que presentaba en el año 1986. La oposición del poblador se debe a que en el indicado lugar se ubica un albergue turístico.

El segundo espacio de desacuerdo con la reconstrucción del camino vecinal corresponde al acceso al Centro Poblado de Tununtunumba (coordenadas UTM 379171 E; 9275140 N) en donde dos propietarios de los terrenos sobre los que está trazado el mencionado acceso, solicitan un cambio de ruta o una indemnización previa para consentir el paso del acceso sobre sus respectivos terrenos.

De allí la importancia de establecer una Medida de Mitigación denominada Programa de Relaciones Comunitarias que pretende identificar, entender y manejar los aspectos sociales claves en relación al Proyecto, a fin de maximizar los potenciales impactos positivos y minimizar o eliminar los potenciales impactos negativos que se puedan generar a lo largo del desarrollo del Proyecto.

Estrategias Generales

Entre los aspectos que se deben tomar en cuenta durante el proceso consideramos prioritarios los siguientes:

- Manejo de las expectativas y percepciones de los grupos de interés.
- Manejo equitativo del empleo temporal durante la fase de construcción
- Adquisición de productos locales, en la medida de lo posible.

- Vigilar la interacción entre los trabajadores de la obra y los pobladores locales
- Minimizar los impactos relacionados con la logística del Proyecto

Consulta a Grupos de Interés

Es la base para el manejo de los asuntos sociales y las relaciones comunitarias, se debe considerar un claro y transparente proceso de consulta entre los diferentes grupos de interés y el Proyecto.

Uno de los principios a establecer será mantener unas apropiadas relaciones comunitarias, este debe ser puesto en práctica por todas y cada una de las personas involucradas en el desarrollo del Proyecto.

Como lo manifestamos líneas arriba para la implementación del plan de relaciones comunitarias deberá contar con la participación de un responsable, el cual consideramos tendrá como sus funciones principales las siguientes:

- Implementar el proceso de consulta con los grupos de interés local.
- Facilitar la comunicación entre la comunidad y los ejecutores del proyecto.
- Involucrar al personal de operaciones en las reuniones de consulta con los grupos de interés local, sobre las actividades de desarrollo de Proyecto.
- Facilitar las visitas de inspección de los representantes de las comunidades a las áreas de trabajo.
- Anticipar y alertar al personal del proyecto sobre situaciones de potenciales conflictos, incidentes y recomendar un plan de acción

- Conducir las negociaciones y reclamos en relación al uso de tierras.
- Apoyar en la elaboración de un programa de empleo temporal.
- Apoyar u orientar en la identificación de abastecedores potenciales locales.

Contratación Temporal de Personal

Una de las expectativas de la población local en el área del Proyecto se refiere a las oportunidades de empleo. Esta realidad presenta riesgos adicionales de movilización de personas desempleadas en busca de trabajo hacia las áreas del Proyecto, lo cual contribuiría a generar adicionales impactos sociales. Así entre los puntos a tomar en cuenta en el programa de contratación temporal de personal debemos mencionar los siguientes:

- Informar a la población sobre cuantos trabajadores se requerirán y por cuanto tiempo, así como las condiciones laborales tanto en mano de obra calificada y no calificada que incluirá el proyecto.
- Formular en Asamblea Comunitaria el listado de miembros de la comunidad que se beneficiarán con el trabajo temporal, teniendo en consideración la distribución equitativa de tiempos para involucrar a todos los interesados.

La Comunidad y el Plan de Manejo Ambiental

Cabe resaltar que una de las actividades relevantes del Responsable de Relaciones Comunitarias será informar a la población local involucrada en el proyecto, la importancia de la implementación del PMA, incorporando directamente a los miembros de la

comunidad en las acciones de control de impacto ambiental en las cuáles sea posible su participación, para ello debe coordinar previamente con el Responsable de la implementación del PMA. Cabe destacar que la transparencia con que se manejen estos aspectos facilitará la generación de una relación de confianza de la población local con los ejecutores del proyecto.

Programa de Acuerdos para el Uso de Tierras

A través de este programa se busca generar confianza en la población local, para ello se deberá dar a los propietarios una explicación clara de las actividades del Proyecto y los impactos potenciales.

MEDIDAS MITIGADORAS QUE SERAN RESPONSABILIDAD DE LA EMPRESA CONTRATISTA

Las siguientes medidas ambientales serán tomadas por la empresa encargada de la ejecución del proyecto, por ser medidas a tomar para el bienestar del personal que trabajará en la ejecución de la obra y para los pobladores.

Estas medidas serán contempladas por la empresa contratista dentro de su presupuesto de gastos generales.



CUADRO N° IV - 12

MEDIDAS MITIGADORAS AMBIENTALES

N°	IMPACTO	MEDIDAS DE MITOGACION AMBIENTAL
1	Ruidos fuertes	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer el uso de tapones para el oído para todos los trabajadores afectados, establecer horarios de trabajo alejados de las horas de descanso cuando se esté trabajando en zonas pobladas. - Considerar la vigilancia médica periódica para los trabajadores más expuestos, especialmente si los niveles de ruido superan los 70 db. - Reducir el tiempo de exposición para aquellos trabajadores más expuestos evitando los trabajos por sobre tiempo.
2	Contaminación de los cursos de agua superficial.	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar letrinas portátiles en cantidad suficiente para el uso obligatorio de los trabajadores. Las letrinas deben ubicarse en lugares secos, alejadas un mínimo de 15 m de los cursos de agua.
3	Accidentes fatales	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer cursos de capacitación en seguridad, conservación del medio ambiente y salud previos y durante el periodo de duración del proyecto. Asimismo antes del inicio de cada jornada informar a los trabajadores que tipo de equipos, maquinaria e insumos manipulará. - Señalamiento en puntos críticos de alto riesgo en el proyecto con colores fosforescentes. - Usar cascos y otros accesorios de protección personal de acuerdo las necesidades de cada puesto de trabajo.
4	Deterioro de la calidad visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - El contratista deberá recalcar a sus trabajadores la importancia de no arrojar desperdicios livianos, pues el viento los dispersa afectando principalmente el paisaje
5	Introducción o mayor incidencia de enfermedades transportadas o relacionadas con el agua	<ul style="list-style-type: none"> - En el proceso de excavación y acumulación de material, evitar el estancamiento del agua. - Usar canales rectos o ligeramente curvados con una pendiente que le permita fluir el agua a una velocidad mayor de 0.5 m/s y menor a 2.5 m/sg. - Evitar verter las excretas a los cursos de agua. - En caso de que se presenten enfermedades infecto contagiosas evitar almacenar agua al descubierto en el campamento y seguir el Plan de contingencia para el caso.
6	Contaminación del aire por ruido polvo, gases	<ul style="list-style-type: none"> - Los restos inorgánicos que se generen producto del mantenimiento de maquinaria, equipos, (en los seis meses de duración de la obra) etc, no deben ser quemados, tampoco los residuos vegetales. - Las áreas deforestadas, que se encuentren dentro del derecho de vía deben ser reforestadas para contribuir a la oxigenación. - Implementar un cronograma de mantenimiento periódico del equipo y

		maquinaria a utilizar.
		- Llevar el control de tiempo de trabajo de los equipos y maquinaria para su oportuna revisión y mantenimiento.
7	Contaminación del suelo (calidad de uso agrícola),	- Los volquetes que trasladen material, deberán circular con las tolvas cubiertas y a velocidad reglamentaria para evitar cualquier accidente que contamine terrenos de cultivo entre otros.
8	Colonización de nuevas áreas	- El contratista deberá evitar la generación de expectativas sobre la generación de empleo, e informar a la comunidad su temporalidad.
9	Contaminación por hidrocarburos	- Transportar los hidrocarburos (HC) en cisternas reglamentarias, en buen estado y de preferencia con una escolta. - Utilizar bandejas de contención con un volumen superior en 10% del volumen almacenado - Evitar el manipuleo de HC en lugares no autorizados - En caso de derrames evacuar el material contaminado a los botaderos seleccionados, asegurando su disposición sanitaria final. - Elaborar de inmediato un informe sobre el hecho ocurrido y las posibles causas.

CAPITULO 5

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

5.1. PROGRAMA DE MITIGACION Y COMPENSACION DE IMPACTOS

Etapa de Construcción

CUADRO N° V - 01

ACTIVIDADES DE CONTROL AMBIENTAL EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

N°	IMPACTO	MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL
1	Compactación y asentamientos	<ul style="list-style-type: none"> - Remover el suelo de las áreas agrícolas y sembrar gramíneas, pastos. Reforestar con especies nativas en los otros espacios afectados fuera del "área de paso" de la vía.
2	Perturbación de la fauna nativa	<ul style="list-style-type: none"> - Los ruidos generados por los equipos y maquinarias en la ejecución del proyecto no deberán superar los 60db. - Prohibir totalmente la caza o captura animales para alimentación y/o comercialización
3	Contaminación del agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer programas de manejo de residuos sólidos, líquidos, orgánicos e inorgánicos. Estos deberán ser dispuestos en los lugares identificados previamente y que garanticen su adecuada disposición. Para el manipuleo de los residuos deberán contar con los correspondientes implementos de seguridad. - Sensibilizar a la población en la importancia de la conservación del medio ambiente. - Definir el manejo y operación adecuada de las demoliciones y otras operaciones cercanas a cursos de agua, evitando expandir los elementos contaminantes. - Ordenar la limpieza permanente de cauces e instruir a los pobladores para que no arrojen las malezas o desechos agrícolas de las chacras a las quebradas. - Adecuado mantenimiento y operación de las estructuras especiales mediante limpiezas periódicas, para evitar los aniegos.

4	Reducción de área de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> - Restituir la vegetación en el área correspondiente al derecho de vía (15m a cada lado) y estabilizar los taludes con la siembra de gramíneas, pastos y arbustos nativos. - Reforestar en tres bolillos con especies de árboles nativos locales y de rápido crecimiento, de preferencia asociados.
5	Deterioro de la calidad visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la deforestación más allá de lo que indican las especificaciones técnicas, reforestar con especies nativas en áreas como el derecho de vía. - Las Obras estructurales deben ser diseñadas de tal forma que guarden armonía con el paisaje. - La utilización de los recursos naturales debe ser racional y selectiva, evitando afectar significativamente la vegetación.
6	Generación de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos generados deberán ser clasificados en orgánicos e inorgánicos y luego ser dispuestos en los rellenos sanitarios o botaderos según corresponda.
7	Pérdida de suelo y arrastre de materiales	<ul style="list-style-type: none"> - En las áreas cortadas o rellenadas por las actividades de movimiento de tierra y que estén fuera de la plataforma o terraplén se deben sembrar gramíneas y reforestar con arbustos nativos para la estabilización de taludes - Es importante considerar la implementación de drenes superficiales para evacuar el agua de lluvia durante la ejecución de la obra y dependiendo de su ubicación pueden quedar como parte del proyecto.
8	Derrumbes y deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> - Reforestar las zonas donde se presenta el impacto, formando barreras vivas de contención, usando especies nativas locales, asociadas con especies vegetales de corto período vegetativo. - La construcción de las obras de infraestructura como alcantarillas y drenes deben ser diseñadas para caudales pico y de preferencia con tecnologías que permitan el mantenimiento fácil y oportuno por los beneficiarios.
9	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de zanjas de drenaje superficial y sub superficial, evitar construir viviendas en zonas cercanas a los lugares propensos a inundación.
10	Alteración de los cursos de agua en relación con la	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar los desvíos provisionales en forma oportuna mientras dure la obra en dicho tramo. - Al drenar o captar agua de un curso de agua deberán

	cantidad y la situación física	<p>Garantizar el caudal ecológico necesario para la vida acuática y la calidad del paisaje ($Q_e = 0,15 Q_r$; Q_e = caudal ecológico; Q_r = caudal medio del río)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respetar el lecho de la quebrada, no interrumpir con la incorporación de elementos ajenos como (pilares para puente, etc.)
11	Interferencia con los recursos de otras comunidades	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar las autorizaciones necesarias antes de la explotación de una cantera. - Ubicar nuevas fuentes de abastecimiento de recursos (canteras) evitando la sobre explotación. - Informar a la comunidad sobre los procedimientos y permisos que tienen para la explotación de las canteras. - Proponer un convenio entre las comunidades para evitar conflictos.
12	reducción de la fuente de alimento	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la productividad con técnicas de cultivos y semillas certificadas para compensar la producción que no será posible debido a la expropiación de terrenos por necesidad pública para el paso de la vía. - Proteger con cercos especialmente los terrenos ubicados en forma colindante con la carretera.
13	Erosión de suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar actividades agrosilvo-pastoriles como forestación, instalación de pastos cultivados, pastos nativos, barreras vivas, etc. para la estabilización de taludes - Como parte de la obligación del mantenimiento de la vía por los beneficiarios, deben organizarse según el tramo de influencia de su localidad para realizar acciones preventivas con prácticas mecánico - estructurales (zanjas de drenaje superficial). - Todo material que resulte como excedente del movimiento de tierra deberá ser dispuesto adecuada y oportunamente en los lugares previamente establecidos (botaderos). - Es importante iniciar la reforestación y/o estabilización de taludes en forma paralela al avance de la obra para prevenir derrumbes hacia la plataforma de la vía
14	Contaminación del suelo (calidad de uso agrícola),	<ul style="list-style-type: none"> - Los volquetes que trasladen material, deberán circular con las tolvas cubiertas y a velocidad reglamentaria para evitar derrames o cualquier accidente que contamine terrenos de cultivo. Deben

		tomarse las provisiones necesarias para retirar todo material excedente que pueda afectar los terrenos de cultivo.
15	Conflicto social	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilizar a la población respecto a la importancia de la vía en su desarrollo comunitario y el valor agregado de sus predios por la existencia de una vía carrozable. - Informar a los usuarios sobre las ventajas de tener una vía alternativa a la fluvial para su desplazamiento, hacia otros mercados.
16	Colonización de nuevas áreas	- Lo representantes locales del Estado y los actores locales deben estar en coordinación y comunicación permanente para evitar la colonización de nuevas áreas.
17	Incumplimiento de normas ambientales	- Deberá existir un supervisor ambiental que vele por el cumplimiento del PMA,

Etapa de Operación



CUADRO N° V - 02
ACTIVIDADES DE CONTROL AMBIENTAL EN LA OPERACION DE LA OBRA

N°	IMPACTO	MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL
1	Erosión	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el mantenimiento y la estabilización de taludes con prácticas agrosilvo-pastoriles usando especies nativas. - Realizar el mantenimiento de las obras mecánico - estructurales (zanjas de drenaje superficial) de forma oportuna, previa a la temporada de intensas precipitaciones.
2	Afectación de infraestructura de terceros	<ul style="list-style-type: none"> - Negociar los pases obligatorios a través de convenios para no afectar los derechos de terceros. - Antes de intervenir en un conflicto recopilar información de interés, verificar las fuentes y definir alternativas viables que favorezcan su solución.
3	Interferencia con los recursos de otras comunidades	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar las autorizaciones necesarias antes de la explotación de una cantera. - Ubicar nuevas fuentes de abastecimiento de recursos (canteras) evitando la sobre explotación.

		<ul style="list-style-type: none"> - Informar a la comunidad sobre los procedimientos y permisos que tienen para la explotación de las canteras. - Proponer un convenio entre las comunidades para evitar conflictos.
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.2. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El objetivo de este programa es verificar, documentar la implementación y cumplimiento de las medidas de control ambiental recomendadas, en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), mediante un proceso organizado y dinámico de monitoreo, para tal fin deberán establecer cronogramas compatibilizados con el avance de los trabajos que se realizarán y definir factores de medición que les permitan realizar un seguimiento efectivo de las acciones propuestas en el PMA.

Asimismo, el encargado del monitoreo debe estar en la capacidad de identificar algunos impactos ambientales que no estuvieron previstos en el PMA y que pudieran presentarse en la ejecución y proponer las medidas de control correspondientes en forma oportuna y efectiva, en estricta coordinación con el profesional responsable de la ejecución del proyecto.

Al ser este un proyecto de pequeña envergadura el responsable del Monitoreo debe incluir en la programación de sus actividades la formulación y ejecución de tareas de control y supervisión de seguridad y salud.

5.3. PROGRAMA DE CONTINGENCIA

Este programa será asumido por la empresa encargada de la ejecución del proyecto, por ser requisito

indispensable de la Norma Peruana y Americana de Medio Ambiente.

Generalidades

Este Programa, está orientado a establecer los procedimientos y acciones básicas de respuesta que se deberán tomar para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva ante la eventualidad de incidentes, accidentes y/o estados de emergencia que pudieran ocurrir durante la construcción de la trocha.

Transporte

Accidentes de Transporte

Se refieren a los accidentes de vehículos tipo camionetas, camiones, y maquinaria. Las medidas preventivas a adoptar considerarán las zonas de riesgo a lo largo de la ruta del camino vecinal, así como la capacidad de los vehículos y conductores para poder afrontar con seguridad las dificultades del camino.

Para evitar este tipo de contingencia se debe establecer algunas medidas de prevención referidas a la seguridad personal y la señalización de zonas de riesgo.

Para afrontar la contingencia se deben establecer los procedimientos básicos para atender a las personas afectadas y los eventuales daños al medio ambiente, demás está decir que el campamento debe contar con el equipo de primeros auxilios necesario para atenciones de emergencia.

Hallazgo de Restos Arqueológicos

El artículo 21 de la Constitución Política del Perú establece que todos los yacimientos y restos arqueológicos son considerados Patrimonio Cultural de la Nación, sea que estén expresamente declarados así o que provisionalmente se presuman como tales. El INC es el organismo encargado de la protección y conservación del patrimonio monumental y cultural de la nación.

En el caso de hallar restos arqueológicos se debe instruir al personal para comunicar de inmediato al responsable del proyecto quien a su vez lo comunicará a las autoridades competentes en este caso del Instituto Nacional de Cultura (INC).

Derrame de Hidrocarburos

Los derrames pueden ocurrir durante el transporte de combustibles, mantenimiento o recarga de las máquinas. Para afrontar esta contingencia deben establecerse los procedimientos básicos para minimizar el daño y realizar la rápida limpieza del área afectada.

Se debe prever la formulación de un informe detallado que determine las causas del accidente y la forma en que se dio respuesta, este informe debe necesariamente incluir un reporte fotográfico de todo el proceso.

Por la magnitud del proyecto es poco probable que en el área de trabajo se acumulen cantidades significativas de hidrocarburos, sin embargo a continuación establecemos algunas pautas generales para controlar derrames ocasionales.

En el campamento se debe tener un equipo e insumos básicos para la atención de posibles derrames, asimismo los camiones transportadores y de ser el caso, las embarcaciones que transporten combustibles deberán llevar equipos contra derrames tales como: paños y almohadillas absorbentes, palas, bolsas de polietileno, guantes de polietileno y botas de jebe. Si el derrame afectara un curso de agua, se deberá investigar de inmediato si esta abastece para el consumo a alguna población en cuyo caso se deberá tomar contacto inmediato con los representantes de la comunidad y se deberá proporcionar agua de otra fuente mientras duren los trabajos de limpieza del cauce

En caso ocurriera un derrame en el río se deberá formar un círculo alrededor de este, con el material absorbente para evitar la expansión del derrame, luego se procederá a la separación del agua contaminada, usando bombas o recipientes dependiendo de la magnitud del derrame y teniendo la precaución de evitar su propagación.

Si el accidente implica la caída de cilindros de combustible, se procederá al recojo inmediato de los mismos evitando la pérdida de los cilindros.

Todos los residuos serán recolectados y dispuestos sanitariamente en el botadero.

En caso el derrame de hidrocarburos sea en el suelo se deberán recoger los desperdicios contaminados; controlar posibles situaciones de fuego, y evitar la expansión y la penetración del líquido en el suelo utilizando paños u otros materiales absorbentes. Se deberá retirar el suelo contaminado hasta encontrar

tierra sin contaminación. Finalmente se evacuara el material contaminado hacia el botadero disponiéndolo sanitariamente.

Programa de Emergencia Médica

En caso ocurrieran epidemias en la etapa de ejecución, se deberán tomar las medidas de emergencia necesarias para evitar su propagación en las comunidades aledañas que pudieran ser afectadas. En el caso en que la epidemia se presente en la comunidad se deberán tomar las medidas convenientes para evitar el contagio a los trabajadores. Se deberá contar con las medicinas y equipo necesario para responder ante la eventualidad de una emergencia.

En general deben establecerse medidas básicas de respuesta frente a estas u otras posibles contingencias que pudieran ocurrir durante la ejecución del proyecto.

5.4. PROGRAMA DE CIERRE

Este programa no será aplicado en el Proyecto, ya que la trocha servirá a los pobladores para su movilización y transporte; y consecuentemente tendrá un tiempo de vida ilimitado, por lo que es innecesario preparar un programa de cierre.