Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PUNTA GRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, REGIÓN LIMA

Documento: ANÁLISIS AMBIENTAL

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 19 de Octubre de 2016

Contenido

1. Descripción del Proyecto 10
1.1. Nombre del proyecto 10
1.2. Localización 10
1.2.1. Ubicación geográfica y política del distrito 10
1.2.2. Ubicación del área degradada 11
1.3. Definición del horizonte de evaluación del proyecto 14
1.4. Análisis técnico de las Alternativas 15
1.4.1. Descripción de la Alternativa 1 15
1.4.2. Descripción de la alternativa 2 18
1.4.3. Aspectos técnicos 18
1.4.4. Selección de la Alternativa 22
1.4.5. Recuperación del área degradada 22

2. Descripción del Ambiente 40
2.1. Características del medio físico 40
2.1.1. Precipitación 41
2.1.2. Temperatura 42
2.1.3. Horas de Sol 43
2.1.4. Evaporación 44
2.1.5. Evapotranspiración 45
2.1.6. Humedad relativa 46
2.1.7. Hidrografía 47
2.1.8. Geología 47
2.1.9. Geomorfología 47
2.1.10. Hidrogeología 48
2.1.11. Sismicidad 48
2.1.12. Geotecnia 49
2.1.13. Riesgos naturales y cambio climático 51
2.1.13.1. Riesgos naturales 51
2.1.13.2. Gestión del riesgo en un contexto del cambio climático 55
2.2. Características del Medio biológico 55

3. Entorno Socio-Cultural 56
3.1. Área de Influencia 56
3.2. Demografía 57
3.3. Actividades económicas predominantes 57

3.4. Salud 59

3.5. Educación 62

4. Marco Legal y Regulatorio 63
4.1. Marco legal ámbito nacional 63

4.2. Marco Legal ámbito local 68

4.3. Marco Legal de la participación de los involucrados 68

5. Impactos del Proyecto 69
5.1. Actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales 69

5.1.1. Etapa de Inversión (construcción de obra) 70
5.1.1.1. Obras preliminares 70
5.1.1.2. Movimiento de tierras 70
5.1.1.3. Sellado del área con tierras de la zona 71
5.1.1.4. Construcciones complementarias (vías de acceso, cerco perimétrico) 71
5.1.1.5. Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados 71
5.1.2. Etapa de Post Inversión (operación y mantenimiento) 72
5.1.2.1. Actividad de monitoreo de Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 72
5.1.2.2. Actividad de monitoreo de Estabilidad de taludes. 73
5.1.2.3. Actividad de monitoreo de los lixiviados, monitoreo de las aguas de infiltración. 73
5.1.2.4. Actividad de monitoreo de biogás. 74
5.1.3. Gestión del riesgo climático durante toda la etapa de vida del proyecto 74

5.2. Resumen de los impactos al ambiente identificados 74

5.2.1. Etapa Inversión (Construcción de obra) 76
5.2.1.1. Calidad del aire 76
5.2.1.2. Ruido 76
5.2.1.3. Estilo de vida 76
5.2.1.4. Salud e higiene 76
5.2.2. Etapa Post Inversión (Operación y mantenimiento) 77
5.2.2.1. Calidad de los suelos 77
5.2.2.2. Calidad de las aguas subterráneas 77
5.2.2.3. Calidad de las aguas superficiales 77
5.2.2.4. Calidad del aire 77
5.2.2.5. Estilo de vida 77
5.2.2.6. Paisaje 77
5.2.2.7. Salud e higiene 78

6. Plan de Mitigación de Impactos 79

7. Plan de Monitoreo 81

7.1. Estrategia de Monitoreo Ambiental 82
7.1.1. ECA suelos 82
7.1.2. ECA aire 84
7.1.3. ECA agua 85
7.2. Control Post-Clausura 85
7.2.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta final 85
7.2.2. Estabilidad de taludes. 86
7.2.3. Monitoreo de los lixiviados. 86
7.2.4. Monitoreo de aguas de infiltración 86
7.2.5. Monitoreo del biogás 88
7.3. Frecuencia de monitoreos ambientales 89
7.4. costos de los monitoreos ambientales 90
7.5. Manejo de datos – informe de seguimiento y control 91
7.6. Final de los monitoreos y controles 91

8. Participación Pública 91
8.1. Análisis de involucrados 91
8.2. Metodología desarrollada 92
8.3. Identificación de los involucrados 93
8.4. Identificación de beneficiarios 95
8.5. Percepción de los involucrados 95
8.6. Resumen del taller de involucrados 96
8.7. Resumen de la encuesta aplicada en el taller de involucrados 97
8.8. Resumen de la entrevista involucrados clave 98
8.9. Resumen del monitoreo de 7 días del botadero y encuesta a los recicladores 98
8.10. Identificación de posibles conflictos 99
8.11. Mecanismos de Participación Ciudadana a desarrollar 101
8.11.1. Talleres informativos 101
8.11.2. Reuniones de información y consulta. 101
8.11.3. Encuestas de opinión. 101
8.11.4. Entrevistas de percepción y observación directa. 102
8.11.5. Acceso de la población a resúmenes ejecutivos y al contenido del análisis ambiental. ... 102
8.11.6. Buzón de sugerencias, quejas, reclamos o agravios. 102
8.11.7. Visitas guiadas al área de instalaciones del proyecto. 103
8.11.8. Monitoreo participativo. 103
10.1. Conclusiones 104

9. Seguridad y Salud 104

10. Conclusiones y recomendaciones 104

10.2. Recomendaciones 105

11. anexos 106

Índice de Tablas

Tabla 1. Localización del botadero Punta Grita Lobos 10

Tabla 2. Ubicación del área afectada Punta Grita Lobos. 12

Tabla 3. Cuadro resumen del indicador costo-efectividad 22

Tabla 4. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario 29

Tabla 5. Estación meteorológica de Lomas de Lachay 40

Tabla 6. Precipitación total mensual (mm) 41

Tabla 7. Temperatura media mensual, ºC 42

Tabla 8. Media mensual de horas de sol 43

Tabla 9. Evaporación total mensual (mm) 44

Tabla 10. Evapotranspiración media del Área de Estudio (mm). 45

Tabla 11. Humedad Relativa del Área de Estudio (%) 46

Tabla 12. Ubicación de Calicatas 49

Tabla 13. Estudio de Suelos 50

Tabla 14. Resumen de ensayos de corte directo 50

Tabla 15. Valores de Coeficientes de permeabilidad según los reportes de laboratorio 51

Tabla 16. Rangos de Permeabilidad Relativos por Tipo de Suelo 51

Tabla 17. Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto 52

Tabla 18. Caracterización específica de los peligros 53

Tabla 19. Caracterización específica de los peligros 54

Tabla 20. Resumen de peligros 54

Tabla 21. Población del Distrito de Chancay 57

Tabla 22. Población Económicamente Activa 58

Tabla 23. Morbilidad general por subcategorías según grupo etario y sexo - 2013 59

Tabla 24. Morbilidad general por subcategorías según grupo etario y sexo - 2014 60

Tabla 25. Número de Instituciones Educativas y Programas del Sistema Educativo, por tipo de gestión y área geográfica, según Etapa, Modalidad y Nivel Educativo, 2014 62

Tabla 26. Clasificador Funcional Programática del Proyecto 64

Tabla 27. Identificación de posibles elementos ambientales afectados 74

Tabla 28. Identificación de posibles elementos ambientales afectados 78

Tabla 29. Medidas de prevención, mitigación y corrección 79

Tabla 30: Gastos en Gestión Integral de Residuos Sólidos (En soles) – 2014 81

Tabla 31. Monitoreo de suelos 83

Tabla 32. Monitoreo de aire 84

Tabla 33. Frecuencia de monitoreos Ambientales 89

Tabla 34. Costos de los monitoreos ambientales. 90

Tabla 35. Análisis de involucrados. Metodología participativa 93

Tabla 36. Involucrados afectados por el problema 94

Tabla 37. Involucrados afectados por la solución 94

Tabla 38. Población beneficiaria de la primera fase del proyecto de gestión integral de residuos solidos .. 95

Tabla 39. Descripción del tipo de participantes en el taller 96

Tabla 40. Posibles conflictos en la etapa de inversión 100

Tabla 41. Posibles conflictos en la etapa de operación y mantenimiento 100

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la provincia de Huaral 11

Figura 2. Localización del Proyecto 12

Figura 3. Plano georreferenciado del botadero 14

Figura 4. Estrategia de clausura de la Alternativa 1 y Alternativa 2 19

Figura 5. Zona de cantera 24

Figura 6. Zona de cantera 25

Figura 7. Morfología final del botadero Punta Grita Lobos 25

Figura 8. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (I) 26

Figura 9. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (II) 26

Figura 10. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (III) 27

Figura 11. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (IV) 27

Figura 12. Detalle de vial 30

Figura 13. Cerco perimétrico 30

Figura 14. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Punta Grita Lobos 32

Figura 15. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Punta Grita Lobos 33

Figura 16. Ubicación de los pozos de lixiviado 34

Figura 17. Pozo de extracción del lixiviado 35

Figura 18. Precipitación media mensual 41

Figura 19. Temperatura media mensual 42

Figura 20. Promedio Mensual Horas de Sol (hr) 43

Figura 21. Evaporación media del Área de estudio (mm) 44

Figura 22. Evapotranspiración media del Área de estudio 45

Figura 23. Humedad Relativa (%) del Área de estudio 46

Figura 24. Ubicación de Área de Influencia. 56

Figura 25. Detalle del sondeo de control 87

Figura 26. Localización de los sondeos de control 88

Figura 27. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás 89

Figura 28. Panel fotográfico del taller 97

Figura 29. Panel fotográfico de la aplicación de encuestas a recicladores 99

Lista de Abreviaturas

ANP	AREAS NATURALES PROTEGIDAS
BID	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
CME	CONTENIDOS MINIMOS ESPECIFICOS
D.S.	DECRETO SUPREMO
DBO	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
DDT	DICLORODIFENILTRICLOROETANO
DIGESA	DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
DIRESA	DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMBIENTAL
DQO	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO
ECA	ESTANDAR DE CALIDAD AMBIENTAL
EPA	US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
EPP	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL
GPS	GLOBAL POSITIONING SYSTEM
HDPE	HIGH DENSITY POLYETHYLENE
IDP	INGENIERIA MEDIO AMBIENTE ARQUITECTURA
INDECOPI	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
INEI	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA
LMP	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
NTP	NORMA TECNICA PERUANA
OHSAS	OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES
OMS	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
OyM	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PCM	PRESIDENCIA DE CONSEJO DE MINISTROS
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
pH	POTENCIA DE OXIGENO
PIP	PROYECTO DE INVERSION PUBLICA
SEDESOL	SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL DE MEXICO
SENAMHI	SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SERNANP	SERVCIO NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDOS POR EL ESTADO PERUANO
SNIP	SISTEMA NACIONAL DE INVERSION PUBLICA
UTM	UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
WGS	WORLD GEODETIC SYSTEM

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Nombre del proyecto

Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima.

1.2. Localización

1.2.1. Ubicación geográfica y política del distrito

El terreno del botadero "Punta Grita Lobos" pertenece a la Municipalidad distrital de Chancay, el distrito de Chancay, está ubicado en la Provincia de Huaral, departamento de Lima. Situada entre las coordenadas UTM 8715994N y 259942E, cuenta con una extensión de 150.11km2. Los límites del distrito de Chancay son:

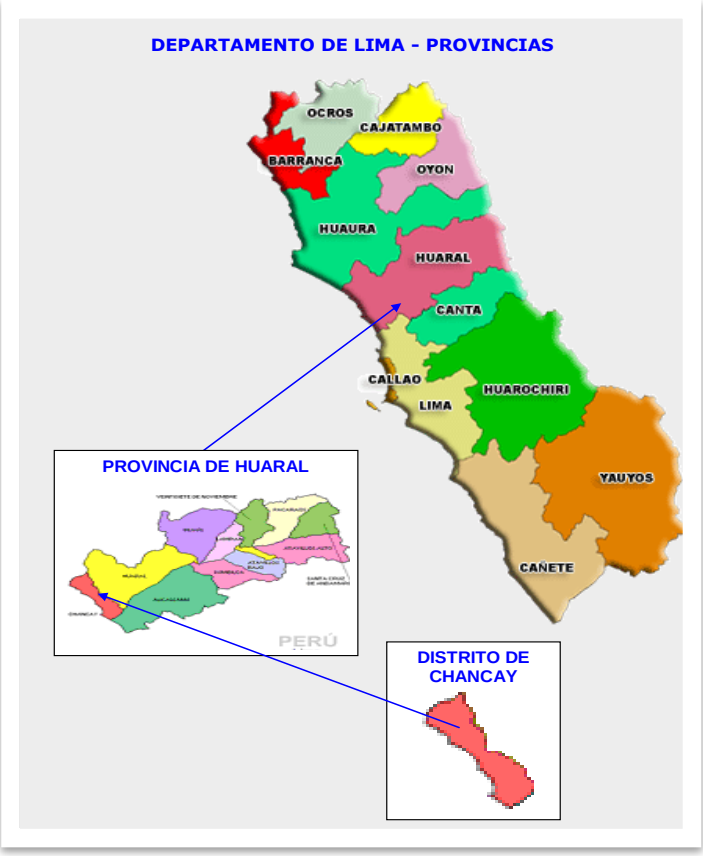
- Por el Norte: con la provincia de Huaura.
- Por el Sur: con el Distrito de la Provincia de Huaral, Aucallama.
- Por el Este: con el Distrito de Huaral.
- Por el Oeste: con el Océano Pacifico.

Tabla 1. Localización del botadero Punta Grita Lobos

Departamento/Región	Lima
Provincia	Huaral
Distrito	Chancay
Localidad	-
Altitud	130 m.s.n.m.

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 1. Ubicación de la provincia de Huaral



Fuente: PIP Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de los residuos sólidos municipales Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima.

1.2.2. Ubicación del área degradada

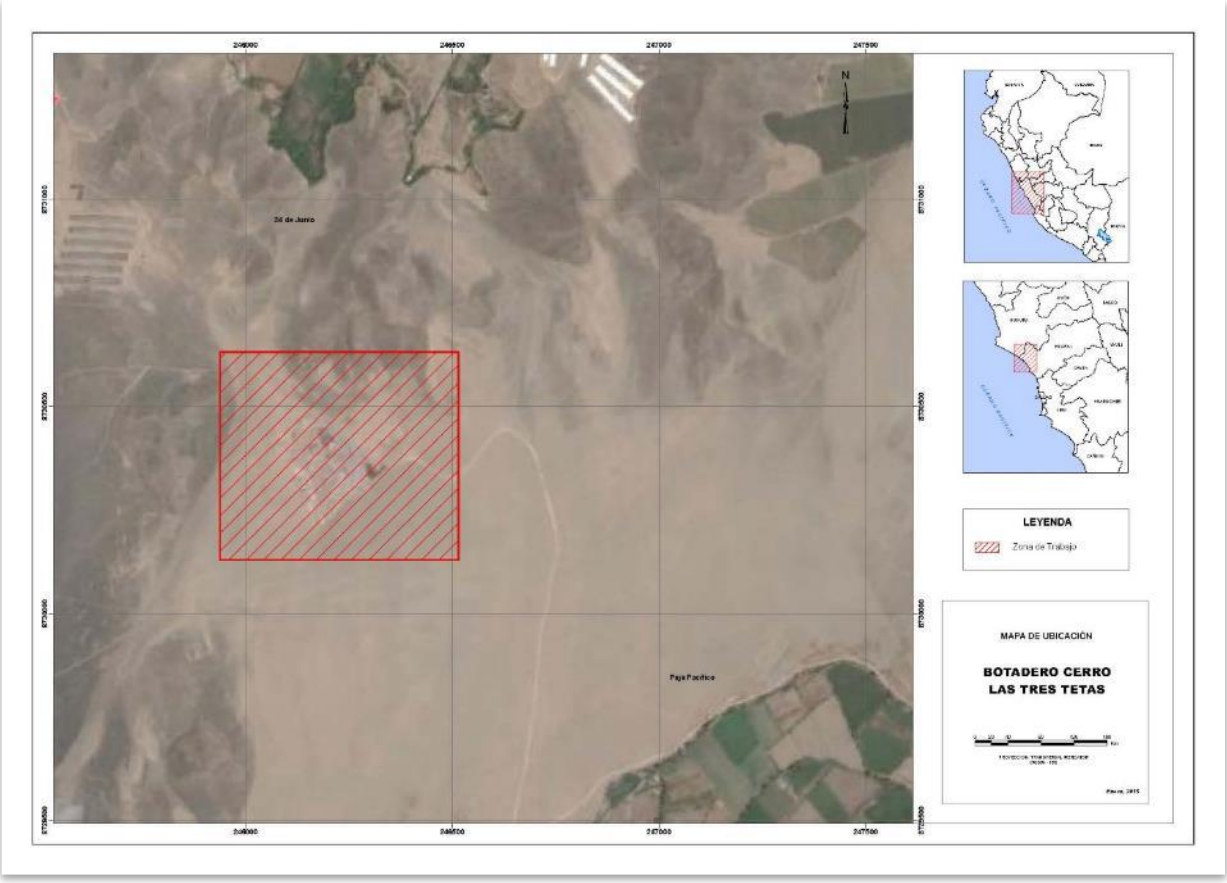
El presente proyecto de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos se ubica en la zona conocida como Punta Grita Lobos, la cual da nombre al botadero actual botadero actual de residuos sólidos del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región de Lima

El acceso al botadero se realiza desde el kilómetro 93 de la carretera Panamericana. A esta altura al lado izquierdo de la vía existe un desvió de ingreso al CCPP 4 de Junio, continuando por este comino afirmado que bordea la zona arqueológica Chancayllo hasta llegar a una tranquera que controla el ingreso al terreno. La Municipalidad Chancay ha mejorado el camino de acceso al botadero realizando actividades de mejoramiento apertura, y vertimiento de afirmado.

El proyecto se ubica a una altitud promedio de 130 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, 246204.87 m Este; 8730337.91 Norte.

La imagen a continuación muestra la localización del proyecto.

Figura 2. Localización del Proyecto



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Dicha área tiene una superficie de 49,812.70m^2, conformada por las siguientes coordenadas UTM.

Tabla 2. Ubicación del área afectada Punta Grita Lobos.

Número	X (m)	Y (m)	Distancia (m)	Ángulos Interiores
1	246092.817	8730377.532	45.972	166.350
2	246108.665	8730385.596	43.150	177.123
3	246115.522	8730397.886	45.020	186.344
4	246105.259	8730412.669	52.533	189.440
5	246115.668	8730439.534	55.370	210.258
6	246135.718	8730460.456	53.994	233.220
7	246143.796	8730486.885	56.358	255.316
8	246160.925	8730494.316	53.875	269.032
9	246185.513	8730495.230	49.445	283.051
10	246200.659	8730483.763	45.129	284.688

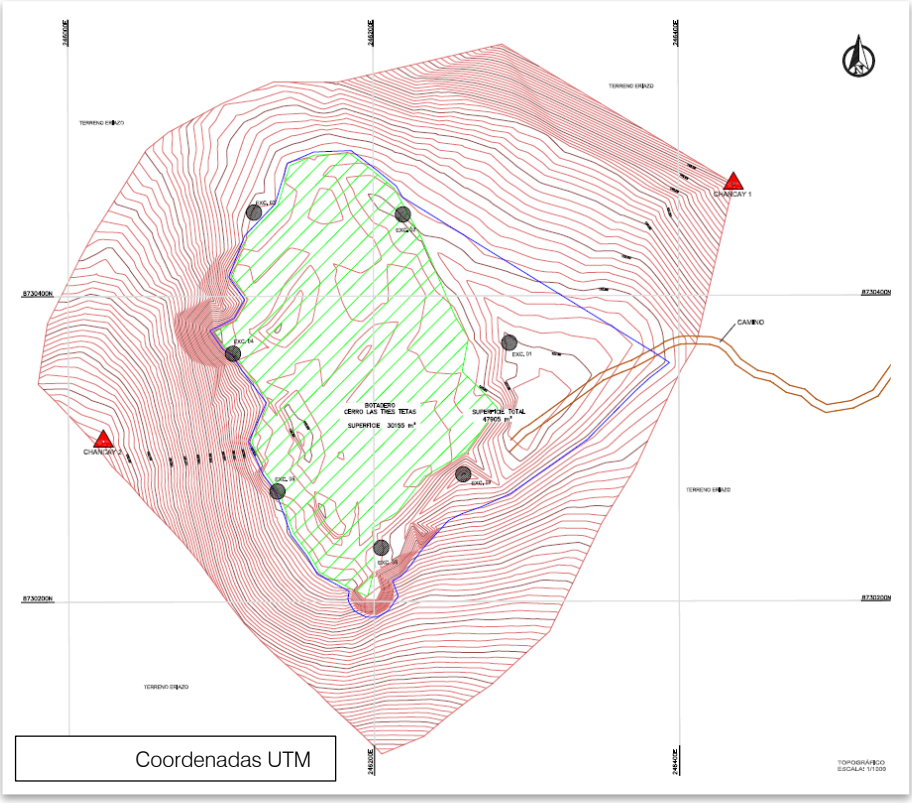
11	246215.122	8730471.902	40.934	286.885
12	246219.102	8730464.668	39.104	285.463
13	246301.089	8730413.907	21.347	326.76
14	246383.560	8730362.833	9.083	388.541
15	246393.839	8730356.024	7.805	397.173
16	246383.909	8730348.366	6.822	386.985
17	246371.275	8730337.380	5.282	374.120
18	246363.486	8730329.538	4.092	366.272
19	246339.932	8730305.880	0.128	343.615
20	246289.443	8730270.500	352.589	299.676
21	246270.622	8730262.051	350.126	284.225
22	246257.464	8730257.337	348.475	273.615
23	246248.616	8730252.893	346.961	266.904
24	246231.000	8730233.530	341.005	256.893
25	246220.881	8730219.805	336.678	253.06
26	246217.571	8730216.657	335.552	251.569
27	246212.072	8730213.574	334.167	248.457
28	246215.734	8730203.615	332.230	255.056
29	246209.849	8730194.991	329.490	254.252
30	246208.556	8730193.637	329.008	253.895
31	246202.400	8730190.362	327.401	250.910
32	246198.330	8730189.743	326.660	248.301
33	246194.520	8730190.020	326.144	245.494
34	246189.056	8730192.704	325.911	240.438
35	246186.523	8730194.362	325.898	237.917
36	246184.465	8730197.909	326.424	234.866
37	246182.748	8730201.867	327.131	231.897
38	246183.619	8730206.901	328.561	230.306
39	246173.131	8730212.458	328.324	220.722
40	246162.793	8730217.929	328.055	211.503
41	246155.928	8730230.033	330.546	202.222
42	246145.623	8730243.718	333.405	190.758
43	246136.114	8730271.047	343.230	177.574
44	246127.341	8730283.394	348.224	170.095
45	246117.839	8730304.847	359.804	162.982
46	246129.590	8730330.366	13.283	171.953
47	246113.302	8730351.976	27.365	167.070

48	246107.557	8730361.568	33.662	167.021
49	246101.034	8730365.584	37.701	165.237

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

A continuación se presenta el plano de ubicación del área degradada debidamente georreferenciada.

Figura 3. Plano georreferenciado del botadero



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Punta Grita Lobos (Chancay). 2015

1.3. Definición del horizonte de evaluación del proyecto

El proyecto de recuperación de áreas degradadas por Residuos Sólidos comprende tres fases, cada una de las cuales presenta un horizonte evaluación específico.

- Fase de inversión: (Total 20 meses)

La fase de inversión contempla el desarrollo del expediente técnico y la ejecución del proyecto de la alternativa seleccionada.

- Primera etapa, de 4 meses de duración, para la licitación y contratación de los servicios profesionales de consultoría.

- Segunda etapa, de 8 meses de duración, para la realización de los estudios y expediente técnico, con sus respectivos permisos emitidos por autoridad competente.

- Tercera etapa, de 4 meses de duración, para la licitación y contratación de la empresa encargada de la ejecución.

- Cuarta etapa, de 4 meses de duración, para la ejecución de las obras de clausura del botadero.

• Fase de post inversión (10 años):

Esta fase incluye actividades vinculadas con la operación y mantenimiento del proyecto así como su evaluación ex post consiste básicamente en la entrega de los servicios del proyecto, por lo que su desembolso se encuentran vinculados con los recursos necesarios para ello: personal, insumos, monitoreo ambiental necesario para controlar los lixiviados, gases que se generaran en el área recuperada. *Nota: La fase de Operación y Mantenimiento se podrá alargar más allá del periodo del horizonte (10 años) si sigue habiendo evidencia de la generación de lixiviados.*

Durante la fase de Operación y Mantenimiento quedará restringido el acceso a cualquier persona no autorizada.

1.4. Análisis técnico de las Alternativas

A continuación se describen los aspectos técnicos, metas y requerimientos de recursos relativos a las alternativas de recuperación del área degradada botadero "Punta Grita Lobos".

1.4.1. Descripción de la Alternativa 1

El proyecto los siguientes componentes:

COMPONENTE 1: ADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN EL DESTINO FINAL

Medio fundamental 1a: Apropiada Técnica de Confinamiento.

Acción 1a-1: Obras preliminares

Se considera realizar las actividades como limpieza de terreno manual, cinta plástica señalizadora para límite de seguridad de la obra cartel de identificación de obra, caseta para guardianía, cartel de identificación de la obra, caseta adicional p/guardianía y/o depósito, movilización y desmovilización de maquinarias herramientas para la obra, transporte de materiales y equipos menores, almacenamiento provisional p/agua, suministro y colocación de sanitarios portátiles.

Acción 1a-2: Movimiento de Tierras

Se considera realizar las actividades como trazo y replanteo, corte y relleno en terreno.

Acción 1a-3: Sellado del Área con Tierras de la zona.

Se realizara el refine y nivelación del terreno para colocar una capa de material de regularización propio de tierras de la zona con un espesor de 90 cm.

Acción 1a-4: Construcción complementarias

Se construirá cerco perimétrico (incluido la puerta de acceso) y vía de acceso.

Medio fundamental 1b: Apropiado Manejo de Lixiviados.

Acción 1b-1: Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados.

Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados (desde la captación del lixiviados en el botadero hasta su descarga en el nuevo relleno sanitario).

El componente considera la construcción de pozos de extracción de en el interior del botadero para la recogida de los lixiviados. Dichos pozos tendrán capacidad para la captación tanto del lixiviado en el interior de la masa de residuo como del lixiviado localizado en las bolsas bajo el botadero.

Asimismo se considera la construcción de pozo de monitoreo, para detectar la eventual fuga de lixiviados.

COMPONENTE 2: EFICIENTE GESTION MUNICIPAL EN LA DISPOSICION FINAL.

Medio fundamental 2a: Personal Suficientemente Capacitado

Estas acciones están orientadas a fortalecer las capacidades del personal municipal en ejecutar sus labores cotidianas con la precaución y empelo correcto de la normativa nacional vigente en salud y seguridad ocupacional.

Acción 2a-1: Capacitación en seguridad y salud ocupacional

Acción 2a-2: Elaboración e impresión de manual de seguridad y salud ocupacional para el personal

Acción 2a-3: Capacitación en guías técnicas, normas, sanciones y en la operación y mantenimiento de clausura del botadero

Acción 2a-4: Elaboración e impresión de manual de operación y mantenimiento del botadero

Acción 2a-5: Elaboración de video de instrucción

Medio fundamental 2b: Apropiado sistema de vigilancia ambiental

Se considera de vital importancia que el personal municipal a cargo de esta labor cuente con las capacidades necesarias para ejecutar su labor, por ello se ha considerado lo siguiente:

Acción 2b-1: Capacitación en seguimiento, control y vigilancia del plan de monitoreo ambiental. (Monitoreos ambientales de la calidad del agua, aire y suelo).

COMPONENTE 3: APROPIADAS PRÁCTICAS DE LA POBLACION

Dentro de apropiadas prácticas de la población se ha considerado la siguiente actividad:

Medio fundamental 3a: Suficiente difusión de los riesgos e impactos a la salud y al ambiente

Tiene por finalidad contribuir a generar y mantener relaciones armónicas entre los actores involucrados con el cierre del botadero. Aquí se considera el diseño e implementación de la estrategia de comunicación para la difusión de los riesgos e impactos a la salud y al ambiente, respecto a la existencia de una área degradada por RRSS y sus posibles impactos a la salud de las personas y al ambiente; además de comunicar la clausura y cierre del botadero.

Para esta acción se considera desarrollar los siguientes:

Acción 3a-1: Comunicación grupal

- Evento de inicio del proyecto
- Talleres de difusión de información
- Redacción y difusión de notas de prensa en medios locales
- Diseño e impresión de boletín y folletería del proyecto

Acción 3a-2: Comunicación mediática

- Elaboración y difusión de microprogramas de radio.
- Elaboración e impresión de afiches educativos.
- Señalización con carteles cerca al botadero.
- Elaboración y difusión de video reportaje.
- Diseño e impresión de banners del proyecto.

Acción 3a-3: Asistencia técnica

Dicha asistencia técnica está orientada a las actividades que demande la intervención en adecuadas prácticas de la población como acciones en educación y comunicación ambiental.

Medio fundamental 3b: Apropiadas prácticas de los actores sociales en la zona degradada

En el caso específico de la ciudad de Chancay solo se identificó a 12 recicladores en el botadero, los cuales pueden ser incorporados dentro de la planta de reaprovechamiento del relleno sanitario o en el programa de segregación en la fuente que implementara el proyecto de la fase 1. Sin embargo, se sugiere que las medidas a considerar en el plan de intervención social deben considerarse su aplicación. A continuación se describirá la propuesta.

Acción 3b-1: Medidas para implementar con los recicladores del botadero

- Estudio e focalización social del reciclador y su articulación a programas sociales del estado

El estudio tiene por tarea evidencia la situación real del reciclador y su familia utilizando el mecanismo de focalización de hogares que actualmente utiliza el gobierno para determinar la calidad de vida de los pobladores y que puedan acceder a los diversos servicios sociales que brinda y su articulación con otros programas sectoriales del estado de ayuda o lucha contra la pobreza.

- Programa de Inclusión social de los recicladores ubicados en el botadero

Lo que pretende este programa es darle la oportunidad al reciclador de decidir sobre su futuro. Para este caso se plantea dos líneas de acción:

1. Formalización del reciclador, si desea continuar con dicha actividad se someterá al programa de capacitación de formalización de recicladores a cargo de la municipalidad.

2. Programa de capacitación en habilidades y competencias laborales alternativas, esta medida lo que pretende es darle la oportunidad al reciclador del botadero de desarrollar o potenciar otra habilidad laboral que le permita en el corto y mediano plazo mejorar su situación económica y calidad de vida.

1.4.2. Descripción de la alternativa 2

El proyecto Alternativo 2 está compuesto por la combinación de las acciones; 1a-1, 1a-2, 1a-3-2, 1a-4, 1b-1, 2a-1, 2a-2, 2a-3, 2a-4, 2a-5, 2b-1, 3a-1, 3a-2, 3a-3, 3b-1. La diferencia se da en la acción 1a-3 ya que para la segunda alternativa considera la acción 1a-3-2 Impermeabilización a base de manto de Bentonita GCL con un coeficiente de permeabilidad inferior o igual a 10-9 m/s, considerando para ello actividades de anclaje del material.

1.4.3. Aspectos técnicos

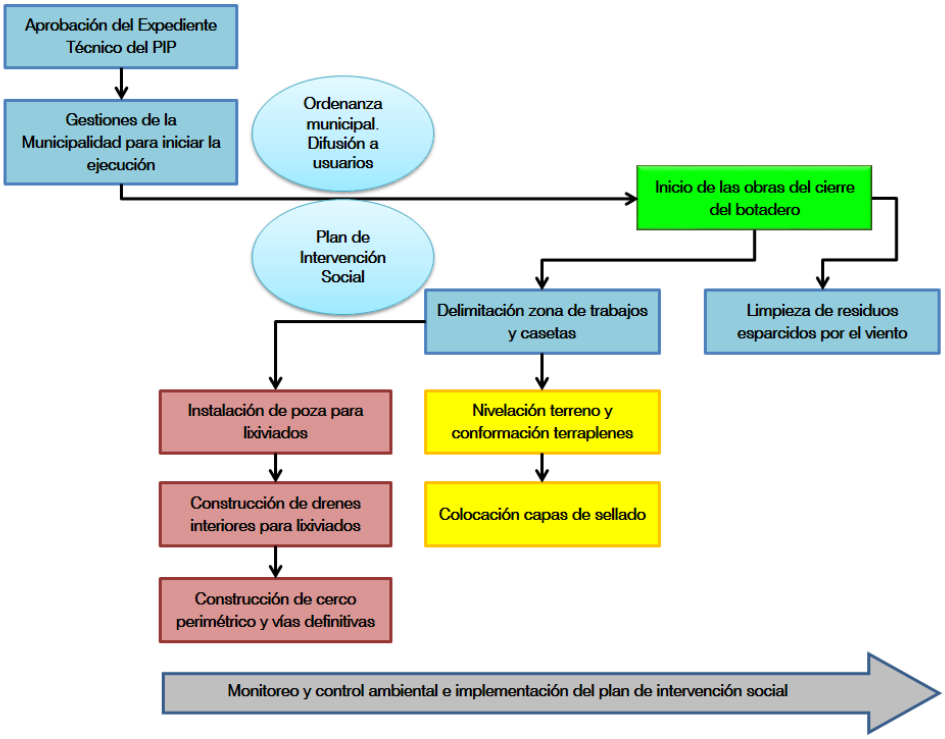
Los aspectos técnicos describen la estrategia de clausura y definición de uso final para el botadero "Punta Grita Lobos". Además se detallan las medidas de recuperación del área degradada, de control de las fuentes contaminantes, Plan de Monitoreo Ambiental, eficiente gestión municipal, prácticas de la

población y estrategia post-clausura que garantice el correcto funcionamiento de las medidas adoptadas.

Dado que no se han identificado peligros naturales asociados a las diversas variables climáticas, los efectos del cambio climático son mínimos en el área de estudio, lo anterior se concluye a partir de la información recolectada, donde se puede verificar que los peligros y desastres naturales se reducen a los peligros asociados a la actividad sísmica.

En la siguiente figura se observa los pasos a considerar en la clausura del área degradada.

Figura 4. Estrategia de clausura de la Alternativa 1 y Alternativa 2



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Aprobación del Expediente Técnico del PIP: se gestionara la aprobación del expediente técnico ante la autoridad competente[1].

Gestiones de la Municipalidad para iniciar la ejecución: una vez aprobado el expediente, la Municipalidad elaborara y aprobara una ordenanza municipal informando la clausura del botadero. Asimismo

[1] La aprobación lo emitirá la DIGESA de acuerdo a su TUPA – Procedimiento 21: "Aprobación del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos.

coordinara con la empresa a cargo de la ejecución para que se implemente el Plan de Intervención social.

Comunicación a usuarios: mediante ordenanza municipal, se difundirá a los usuarios del botadero la clausura del mismo. Para tal caso se empleara un ´plan de manejo de medios locales para difundir los mensajes que sean necesarios.

Inicio de las obras del cierre del botadero: una vez concluida la fase de comunicación a todas las partes, se darán comienzo los trabajos de clausura del botadero.

Delimitación zona de trabajos: se señalizará con cinta y se delimitara con vaya el área donde se desarrollarán los trabajos especificados en el proyecto, para evitar el paso de vehículos y/o personal ajeno a la obra, evitando así accidentes. También se delimitará y señalizará la zona donde se encuentren el campamento para personal y equipos, así como la zona de acopio de materiales.

Las señalizaciones antes y durante de la ejecución tiene como objetivo reducir los riesgos en la obra. Además del cartel de obra dando a conocer el propósito de la clausura del botadero, se instalarán señales preventivas y señalizaciones de obra.

Las dimensiones de las señales deberán estar acordes con la NTP6 399.010-12 y estar en función de la distancia de observación.

- Al iniciar las obras las señales informativas comunicarán el inicio de obras y las precauciones que se deberán adoptar por parte de la población. Esta señalización se colocará por lo menos a dos semanas antes de iniciarse los trabajos de recuperación del área degradada.

- La señalización preventiva se ubicará en zonas aledañas al proyecto, así como dentro del área de la construcción, estarán referidos principalmente a la prevención que deberán tener en cuenta los transportistas, transeúntes y trabajadores del propio proyecto. Esta señalización se encuentra enmarcada dentro de los parámetros que manejan el Ministerio de Transportes para vías, así como las normas OSHAS 18001 e IRAM, para señalización de áreas de trabajo y alrededores.

- La norma G50 Seguridad durante la construcción en su ítem 1.5.7 SEÑALIZACION, afirma: Se deberán señalar los sitios indicados por el responsable de seguridad de conformidad a las características de señalización de cada caso en particular. Estos sistemas de señalización (carteles, vallas, balizas, cadenas, sirenas, etc.) se mantendrán, modificarán y adecuarán según la evolución de los trabajos y sus riesgos emergentes.

Limpieza de residuos esparcidos por el viento: se realizará una limpieza para recoger todos aquellos materiales que, con el paso del tiempo, han sido esparcidos por los alrededores, principalmente plásticos y papeles, encontrándose en los árboles y plantas.

[2] NTP: Norma Técnica Peruana.

Construcción pozos para lixiviados: se construirán 8 pozos para la extracción del lixiviado acumulado en el fondo de la celda y en los estratos superficiales del suelo. El lixiviado extraído será tratado en las instalaciones del nuevo relleno sanitario. Asimismo se construirán dos pozos de monitoreo.

Construcción de vías y cerco perimétrico: una vez llevada a cabo la limpieza de residuos esparcidos, se construirán las vías de acceso al botadero y el cerco perimétrico.

Nivelación terreno y conformación terraplenes: en la parte superior del botadero se dejará en terreno uniformado y nivelado. También se añadirá material – tierra- en aquella zona del botadero donde sea necesario para que el talud tenga la pendiente adecuada.

Colocación capas de sellado: sobre el residuo regularizado, se extenderá la capa de sellado a base de tierra de la zona.

Uso Final: a nivel internacional, se tiene conocimiento que los sitios de disposición final de residuos clausurados, se han utilizado para parques y usos recreativos, jardines botánicos, entre los principales. Asimismo, existe tecnología sofisticada para la construcción de estructuras pesadas, con el propósito de ampliar los usos de dichos sitios recuperados; sin embargo, los usos más comunes y relativamente económicos son las áreas verdes y recreativas.

Lo anterior, se debe a que los residuos sólidos depositados tienden a sufrir asentamientos diferenciales por la baja compactación de aquellos. Se estima que a lo largo de su vida, un relleno sanitario puede ver reducido su volumen hasta en un 25% debido a los factores mencionados anteriormente. Adicionalmente, se tiene el problema de generación de biogás y desprendimiento de compuestos orgánicos volátiles, atribuyéndose a estos últimos efectos importantes en la salud humana.

Debido a la inestabilidad de los sitios recién clausurados, los criterios internacionales establecen que es conveniente dejar el sitio sin un uso específico por un lapso de seis años; tiempo en el cual se presentan los mayores cambios en el sitio, debido a la estabilización de los residuos sólidos confinados[3].

Después de este período, es posible asignar un uso de tipo recreativo y/o deportivo, limitando la construcción de estructuras pesadas. En el caso del botadero "Punta Grita Lobos", no se va a proyectar ningún uso posterior de la zona clausurada. Por un lado, al encontrarse junto al futuro relleno sanitario, no se recomienda un uso de tipo recreativo y/o deportivo. Además, la lejanía a los núcleos urbanos relevantes hace inviable otro diseño que no sea el que garantice una correcta integración de la solución final con el medio.

Monitoreo y Control Ambiental:

Con la finalidad de establecer una línea base ambiental, se realizaran monitoreos y controles de la calidad de aire, suelo siguiendo los parámetros establecidos en el ECA correspondiente. Al final de los

[3] Manual para la rehabilitación y clausura de tiraderos a cielo abierto. SEDESOL. México

10 años (horizonte del proyecto) se volverán a realizar de nuevo los análisis para poder determinar el grado de recuperación (total o parcial) del área afectada. Se realizaran otros dos análisis en el año 3 y el año 5 para determinar la evolución de la recuperación pretendida.

1.4.4. Selección de la Alternativa

Para la selección de la alternativa se ha considerado la que presenta el menor valor para el indicador costo/efectividad, medido en metros cúbicos de residuos sólidos clausurados y controlados sanitaria y ambientalmente, como podemos apreciar en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Cuadro resumen del indicador costo-efectividad

Descripción	Alternativa 1 (C/E)		Alternativa 2 (C/E)	
	Costos de Mercado	Costos Sociales	Costo de Mercado	Costos Sociales
Inversión	3,197,990	2,700,666	4,580,040	3,832,749
O&M	272,191	231,863	232,770	198,455
Total	3,470,181	2,932,530	4,812,810	4,031,204
Indicador de efectividad	203,182 m3	203,182 m3	203,182 m3	203,182 m3
C/E	17.08 soles/m^3	14.43 soles/m^3	23.69 soles/m^3	19.84 soles/m^3

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tomando en consideración lo mencionado la Alternativa de Solución 1 es la seleccionada por tener el menor costo efectividad 14.43 soles/m3 a costos sociales.

1.4.5. Recuperación del área degradada

La recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos tiene como objetivo principal disminuir y mitigar los impactos al ambiente y la salud originados por la disposición irregular e incontrolada de los residuos sólidos, a la vez que se mejora la imagen del sitio y se facilita la operación del sitio bajo condiciones controladas.

Para la recuperación del área degradada se realizaran las siguientes actividades:

1. Obras preliminares

Los trabajos de clausura del botadero "Punta Grita Lobos" consideran la limpieza de todo el contorno del botadero[4], sobre todo los residuos dispersos por acción del viento o disposiciones separadas del resto del residuo.

También se delimitara el área a trabajar, colocación de cartel de obra, instalación de la caseta de campamento/guardianía, traslado de maquinaria pesada a usar en la construcción de la obra, aprovisionamiento del agua y manejo de aguas residuales mediante uso de baños portátiles.

2. Movimiento de tierras

Se realizara cortes y relleno de tierras para establecer la configuración del área a recuperar, para ello se tomara en cuenta los taludes determinados en el estudio de estabilización de taludes.

3. Sellado del Área y conformación de la capa soporte - Diseño de la capa de cobertura final

Las medidas a ejecutar para la recuperación del área degradada se centran principalmente en la construcción de una capa de cobertura final. Este diseño requiere tener en consideración criterios que (1) minimicen el período en que el botadero representará un riesgo significativo para la salud de las personas o al ambiente, (2) potencien el desarrollo de procesos físicos y / o químicos que favorezcan las condiciones de estabilidad, mineralización de la materia orgánica y (3) eviten que se produzcan situaciones no deseadas en el conjunto del depósito controlado (asentamientos no esperados, reacciones no deseadas en la masa de residuos, etc).

La "Alternativa 1" de recuperación del área degradada incluye la construcción de una capa de cobertura final- sellado, de acuerdo a la configuración descrita a continuación (en sentido ascendente):

- Residuos acumulados desde la operación del botadero.
- Capa de cobertura, a base de suelo de la zona, de 90 cm de espesor.

El material de tierra usada en la capa de regularización y cubierta de suelo tolerable deberá ser uniforme, con granulometría continua y con ausencia de tamaños grandes (>1.25 cm). El material aportado se deberá compactar al 95% de densidad relativa en toda la superficie de aplicación. El material para la construcción de estas capas se podría obtener el material sobrante de los trabajos de excavación de las celdas 1 y 2 del nuevo relleno sanitario. En caso de no disponer de material suficiente, la misma parcela propiedad de la municipalidad cuenta con zonas aptas para la excavación y obtención de material (cantera de 51,442 m2). El material necesario es de aproximadamente 41,742 m3, por lo que la zona de cantera cuenta con materia suficiente para cubrir dichas necesidades (solo sería necesario excavar 1 metro de profundidad en el área mencionada o 2 metros en el 50% de dicha zona). El impacto de esta excavación no será significativo en el área de cantera debido al reducido volumen de material necesario. Además, se minimizará el impacto visual del área de la excavación, realizando los trabajos de manera que el espacio quede integrado con la morfología del lugar y no se observen diferencias importantes en

[4] Asimismo los trabajadores contaran con uniformes e implementos de seguridad en todas las actividades de obra de recuperación de área degradada.

la misma. Sin embargo se han considerado medidas de mitigación, incluidas en la partida 1.1.3.2. (Conformación de Capa de clausura) relacionadas al riego para evitar generación de polvo.

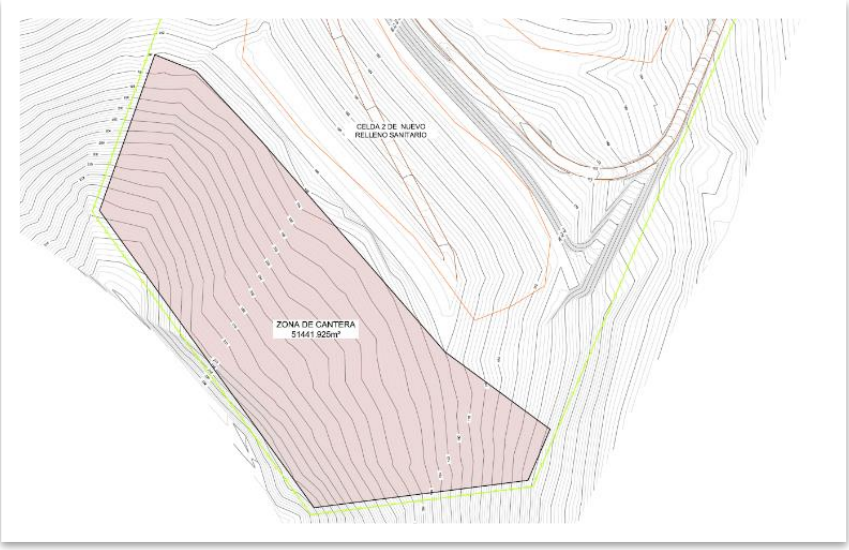
El material de préstamo es de la misma zona donde se han ejecutado los ensayos (calicatas), por lo que la caracterización de dichos suelos y del material de préstamo para la capa de cobertura son los mismos.

La imagen a continuación muestra el área destinada a cantera para el caso en el que no se disponga de material suficiente de la excavación de las trincheras del nuevo relleno sanitario.

Figura 5. Zona de cantera

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 6. Zona de cantera

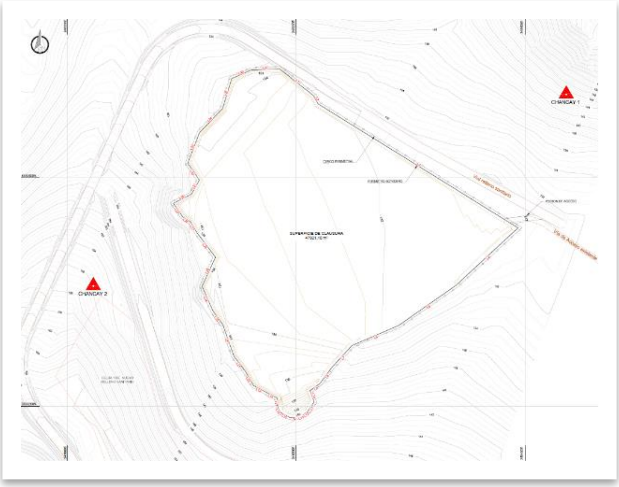


Fuente: Equipo de Formulación, 2015

La capa de cobertura final propuesta cumple con los criterios de diseño, garantizando la correcta cobertura de los residuos (capa de cobertura min de 50 cm). Igualmente, la capa de cobertura diseñada permite que el botadero quede integrado en el medio si causar impactos relevantes ni visuales ni medioambientales.

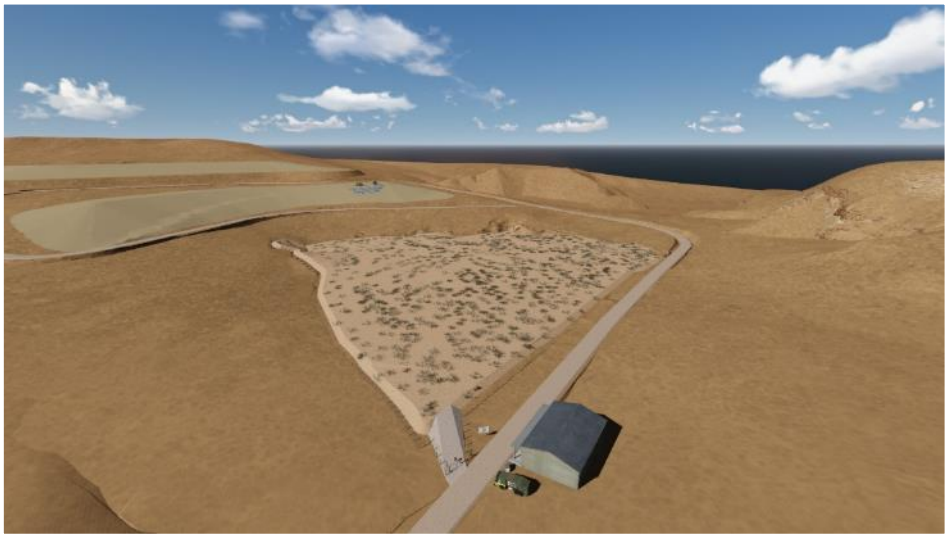
La imagen a continuación muestra la morfología final del botadero una vez realizadas las obras de recuperación del área degradada.

Figura 7. Morfología final del botadero Punta Grita Lobos



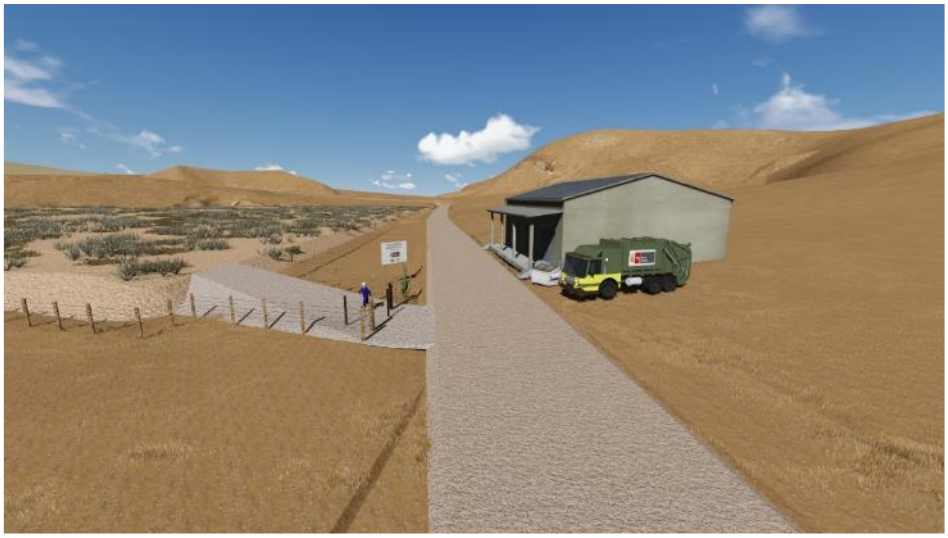
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 8. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (I)



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 9. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (II)

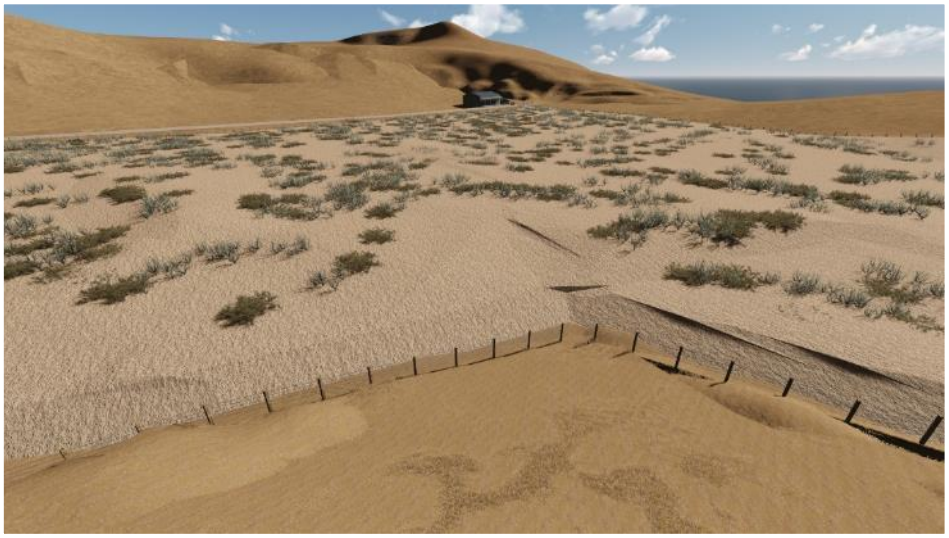


Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 10. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (III)

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 11. Recreación Morfología final del botadero Punta Grita Lobos (IV)



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Estabilidad del cierre técnico

Todo proyecto de recuperación de un área degradada debe garantizar la integridad de las medidas adoptadas para el horizonte temporal para el que se hayan proyectado. En este sentido, la estabilidad

del cierre del botadero es uno de los puntos críticos a tratar, puesto que un deslizamiento de la capa de clausura o de la masa de residuos derivaría en problemas de contaminación del medio.

El conjunto formado por el terreno y botadero será una estructura estable e íntegra a lo largo del tiempo, que garantizará la estabilidad de la masa de residuos.

Respecto a la estabilidad se efectuarán al menos las siguientes comprobaciones:

- Estabilidad del conjunto botadero-terreno.
- Estabilidad interna de la masa de residuos.
- Estabilidad local de la capa de sellado por deslizamiento del contacto de los distintos elementos del sellado.

Para estas comprobaciones se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se evaluará la resistencia al corte de los residuos considerando su origen. De ser preciso se efectuarán ensayos a gran escala.

- La resistencia al deslizamiento entre geosintéticos y geosintéticos-suelo empleada en el cálculo se comprobará de modo obligatorio, con un número suficiente de ensayos, con los geosintéticos específicos que se vayan a utilizar en la obra. Del mismo modo se efectuará la comprobación de la capacidad drenante de un geocompuesto de drenaje, en función de su nivel de carga en dirección perpendicular al plano de drenaje.

- Los parámetros resistentes del resto de materiales empleados en el cálculo estarán igualmente justificados a partir de los reconocimientos y ensayos pertinentes. Dado que el comportamiento tenso-deformacional es muy diferente para los distintos materiales (residuos, geosintéticos, terreno) se justificarán los parámetros resistentes a emplear en función de los niveles de deformación estimados, por lo que se podrán emplear distintos parámetros dependiendo del cálculo efectuado.

Los coeficientes de seguridad para la estabilidad de los botaderos serán los mismos que los empleados en casos de rellenos sanitarios. A falta de una normativa específica en materia de estabilidad de rellenos sanitarios, los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en función de las consecuencias de una potencial inestabilidad y en situación estática, serán los propuestos en la normativa vigente española y europea[5,6].

[5] Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
[6] EU Landfill Directive 1999/31/EC

Tabla 4. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario

	Tipo de Vertedero		
Riesgo	Inerte	No Peligroso	Peligroso
Bajo	1.3	1.4	1.5
Medio	1.4	1.5	1.6
Alto	1.5	1.6	1.8

Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Las situaciones de bajo riesgo son aquellas en las que una potencial inestabilidad provocaría exclusivamente daños materiales sin consecuencias significativas ambientales ni para la seguridad de las personas. Por riesgo medio se entiende la situación de un vertedero la inestabilidad provocaría daños significativos para el medio ambiente pero no para la seguridad de las personas. Las situaciones de alto riesgo son aquellas en las que se pueden provocar daños a personas o impactos ambientales severos o irreversibles.

El botadero "Punta Grita Lobos" se engloba dentro del grupo de bajo riesgo este grupo, por lo que el coeficiente de seguridad a tomar en consideración será de **1,4.**

La localización del botadero "Punta Grita Lobos", en un valle de pendiente suaves, y la propia disposición de los residuos sobre el terreno, hace que los problemas de estabilidad del conjunto de la masa de residuos sean despreciables. El estudio de estabilidad se realiza sobre la sección crítica del botadero, es decir, aquel perfil que presenta los mayores riegos en cuanto a estabilidad, ya sea por factores de localización, pendientes, características del subsuelo etc. El coeficiente de estabilidad alcanzado en dicha sección se emplea para la caracterización del conjunto de todo el botadero, por lo tanto, el resto de taludes presentarán un coeficiente igual o mayor al reportado.

La estabilidad del cierre técnico está directamente condicionada por las propiedades mecánicas del conjunto de materiales, ya sea residuo, los suelos sobre los que se sustenta el botadero, o los materiales utilizados en la capa de sellado (arcillas, gravas o arenas, suelo vegetal o geosintéticos).

En función del tipo de material, las propiedades mecánicas de los materiales se han obtenido de los ensayos y estudios insitu y de laboratorio (propiedades de los suelos), bibliografía científica de referencia (propiedades de los residuos) o bibliografía de los fabricantes (geosintéticos).

4. Construcciones complementarias

4.1. Vía de acceso

El proyecto de recuperación del área degradada por residuos sólidos en el botadero "Punta Grita Lobos" no requiere de la construcción de vías externas para el acceso a la zona ni del mejoramiento de las vías

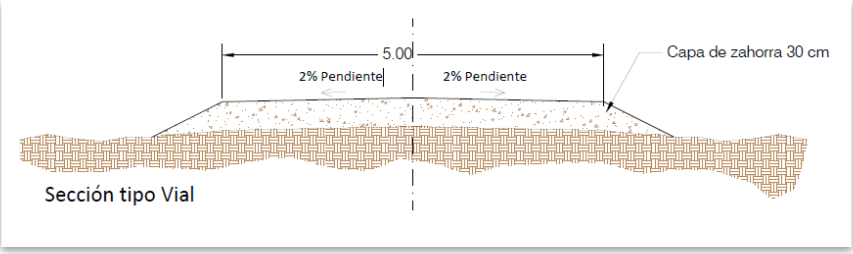
externas existentes. Las vías de acceso construidos para dar acceso al nuevo relleno darán servicio igualmente al botadero por encontrarse ambos en terrenos colindantes.

Sin embargo, es necesario acondicionar el acceso al botadero desde el vial del relleno sanitario, para lo cual se emplearán tierras compactadas para cubrir una longitud aproximada de 30 metros. Debido a sus reducidas dimensiones no es necesaria la construcción de cunetas ni incluir medidas de refuerzo.

La adecuación del acceso requiere los siguientes movimientos de tierras.

- Terraplenado y regularización del terreno: 157 m^3

Figura 12. Detalle de vial

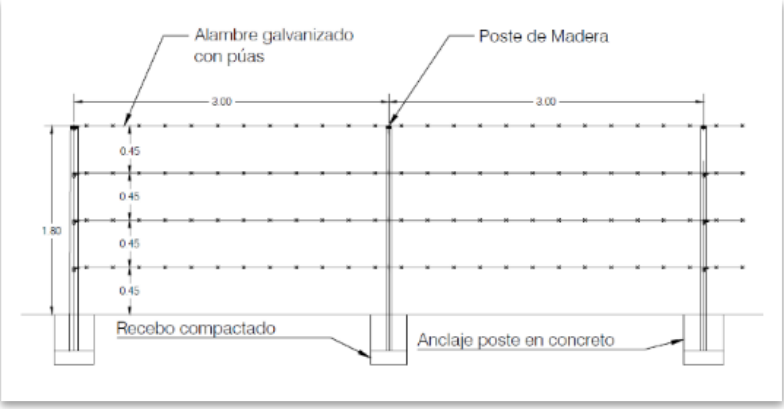


Fuente: Equipo de Formulación, 2015

4.2. Cerco perimetral y puerta de acceso

El recinto se cerrará por un cerco de altura mínima de 1,8 metros, similar a la que se instalará en el futuro relleno. El cerco perimetral aislará la superficie restaurada del resto de infraestructuras adyacentes, limitando el acceso de cualquier persona no autorizada, al igual que impedirá el acceso de animales y vehículos que puedan dañar las infraestructuras construidas. En la entrada/salida al botadero hacia el camino de acceso actual se instalará una puerta de 4 metros, de dos hojas abatibles en su totalidad. La cual ha de permitir el paso de camiones, maquinaria y vehículos necesarios para las labores de recuperación, e igualmente que pueda impedir el paso a personas ajenas no autorizadas al emplazamiento, así como los intentos de arrojo de los residuos.

Figura 13. Cerco perimétrico



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Puesto que parte del cerco perimetral del botadero es compartido con el nuevo relleno sanitario de Chancay, no se necesaria la instalación de éste en todo el perímetro. La longitud total del cerco será de 985 metros, de los cuales 275 serán de nueva construcción. A efectos de costos, se ha supuesto que un 80% del cerco restante (710 metros) será reparado o sustituido. Se incluye además la instalación de una puerta de acceso.

4.3. Control de las fuentes contaminantes

4.3.1. Manejo de lixiviados

El lixiviado (líquido que percola o infiltra a través de la masa de residuos) se origina a partir los procesos de descomposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario y el agua de lluvia que se infiltra. Es importante que en el diseño de las acciones correctoras se implementen las medidas necesarias que garanticen un manejo eficiente de dicha fuente contaminante.

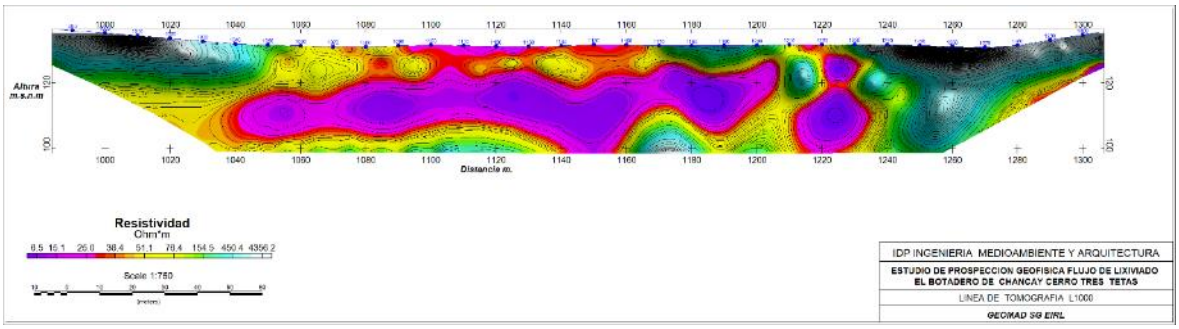
El control de los lixiviados tiene implicaciones puramente ambientales y puede realizarse principalmente de dos formas, controlando el volumen o disminuyendo la infiltración. Uno de los objetivos principales de la construcción de la capa de sellado es minimizar infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo, principal causante de la generación de lixiviados.

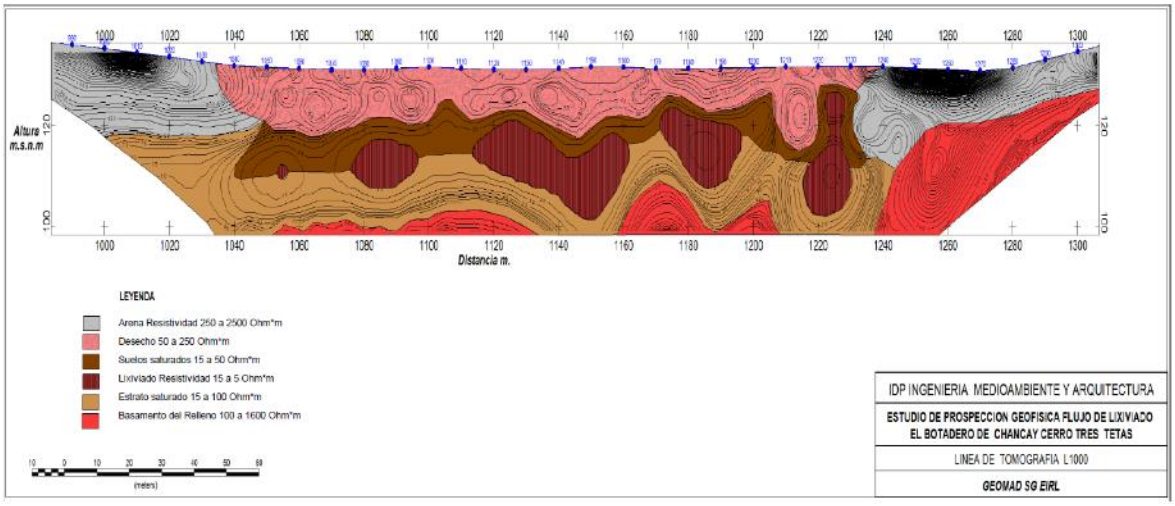
La falta de información acerca de los patrones que gobiernan el flujo de los lixiviados en el botadero unido al desconocimiento a cerca de los materiales presentes, hace difícil estimar la carga se verán sometidos los sistemas de captación y extracción de lixiviados.

Para detectar posibles bolsas de lixiviados y biogás en el interior del botadero, se ha realizado un estudio geofísico del botadero. Tal y como se observa en los resultados de las tomografías 2D, la humedad de los residuos en el interior del botadero no es homogénea, y puesto que la columna de residuo es de pequeña profundidad (media 5 m), no se han formado bolsas de lixiviados.

Las secciones de tomografía permiten por conocer el movimiento de los lixiviados en el botadero. Mientras que las capas superficiales presenta una humedad baja debido a la evapotranspiración, los suelos por debajo del botadero presentan un alto grado de humedad por lixiviación. El movimiento de los lixiviados es vertical, desde la superficie hacia el subsuelo. Esto corrobora la alta permeabilidad de los suelos de la zona y la inexistencia de una capa impermeabilizante en el fondo del botadero.

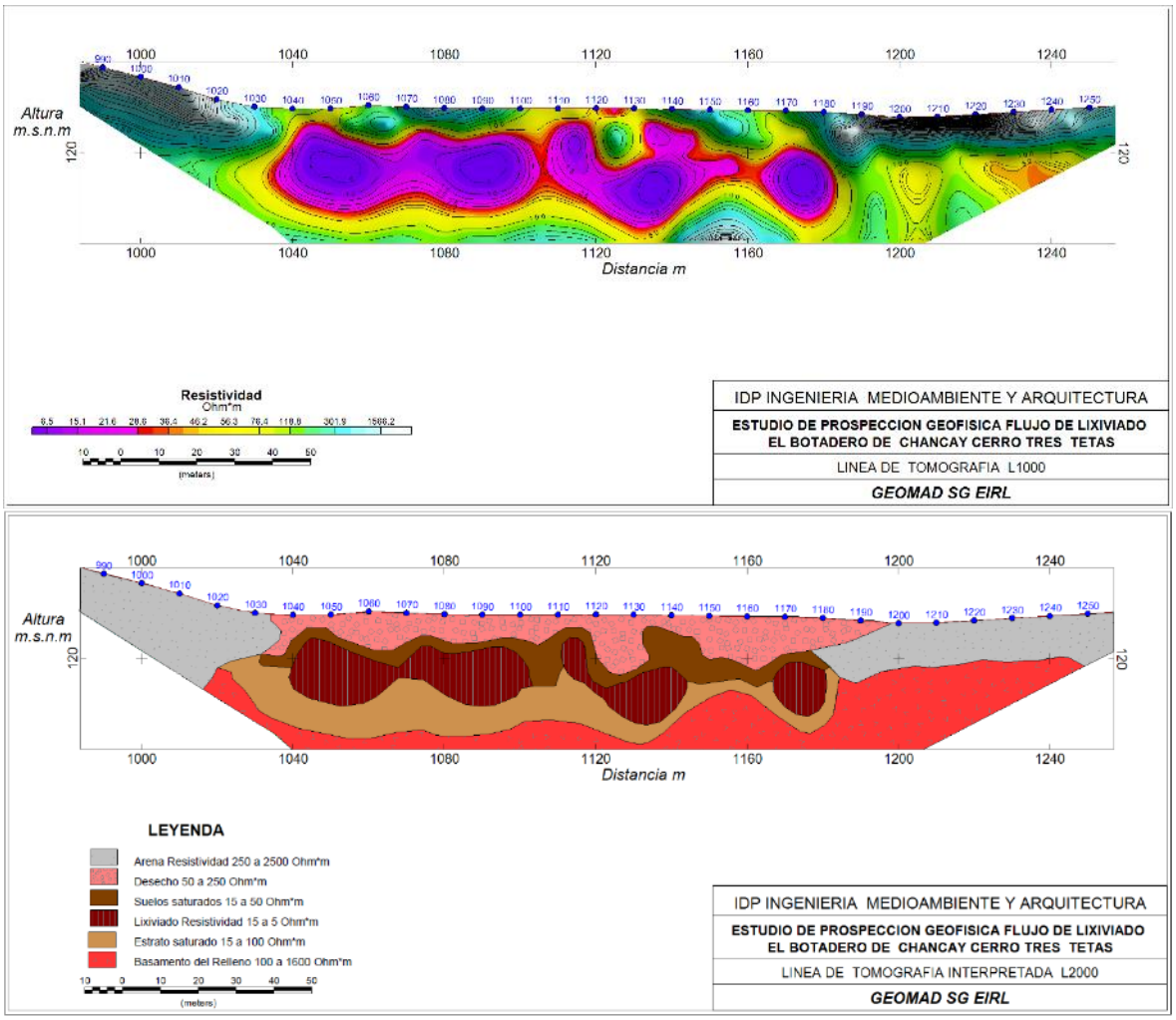
Figura 14. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Punta Grita Lobos





Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero Chancay Punta Grita Lobos. 2015

Figura 15. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Punta Grita Lobos



Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero Chancay Punta Grita Lobos. 2015

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, una vez construida la capa de sellado no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. El lixiviado generado proviene principalmente de la propia humedad del residuo una vez dispuesto en el terreno, por lo tanto, una vez clausurado el botadero dejará de generarse lixiviado.

Ante la imposibilidad de actuar en la impermeabilización del fondo de la celda, y puesto que no existe movimiento lateral de los lixiviados y que una vez clausurado el botadero no se generará más lixiviado, las medidas propuestas se centran en extraer el lixiviado acumulado en el fondo de la celda del botadero y en los primeros estratos del subsuelo.

Puesto que el lixiviado tiende a concentrarse en la zona central del botadero, se construirán 8 pozos en configuración de rejilla, con una distribución que asegure la mayor cobertura posible del botadero. Estos pozos tendrán una profundidad de 17 metros, determinada por la presencia de flujo de lixiviado (la profundidad de los lixiviados es regular en toda el área). Creando un gradiente de presión negativo, el

lixiviado acumulado fluirá gradualmente hacia los pozos construidos permitiendo su extracción mediante bombeo.

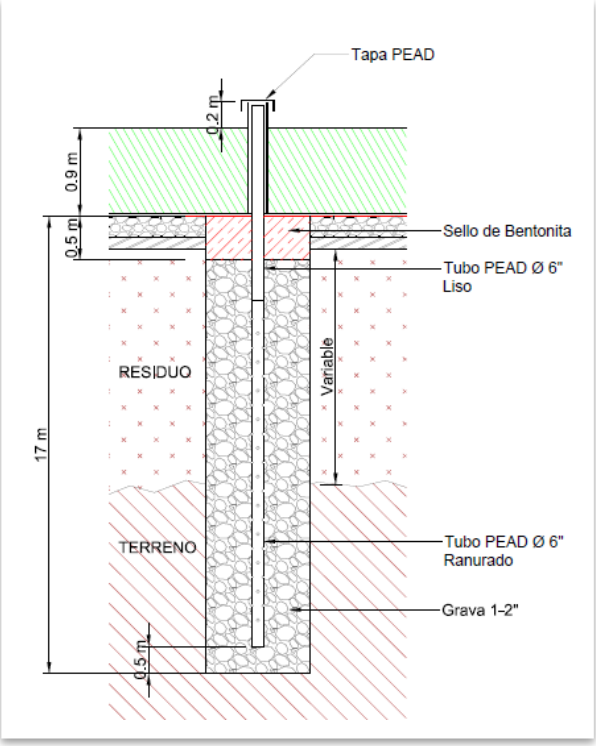
Figura 16. Ubicación de los pozos de lixiviado

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Los pozos consisten en una perforación vertical de entre 0,6 metros de diámetro en el cuerpo del residuo, donde se instala una tubería perforada de 6” tipo Polietileno de alta densidad (PEAD) en posición central, ranurada con un área libre del 5 – 7 % y grosor de las ranuras de 3 a 20 mm. La tubería estará envuelta en material granular de protección, grava de machaqueo, de bajo contenido en carbonatos, diámetro 1-2” y conductividad hidráulica > 1x10-3 m/s. La profundidad máxima del pozo será de 17 metros. En la parte superior del pozo se colocará un sello de bentonita (50 cm) que evite la entrada de agua hacia el interior del mismo. La construcción de los pozos se terminará con una tapa de PEAD que evite la caída de materiales en el interior del pozo.

En la figura a continuación se muestran las características mínimas requeridas para la construcción de los pozos de extracción del lixiviado.

Figura 17. Pozo de extracción del lixiviado



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

El número de pozos a instalar depende del radio de influencia de estos. Dicho radio de influencia está directamente relacionado con el grado de compactación y la tipología del residuo. Sin embargo, tal y como se ha reseñado en el apartado de caracterización de los residuos en el botadero, hay que considerar que dentro de los estratos de residuos sólidos no existe una uniformidad en cuanto a las características de los mismos, así como su localización.

Todo lo anterior hace complicado el cálculo para determinar la ubicación de los pozos. De acuerdo a la bibliografía de referencia utilizada para la clausura de botaderos. Si atendemos a criterios de diseño de selección de numero de pozos destinados a biogás (movimiento horizontal del gas asimilable al lixiviado) (de 2 a 6 piezas por hectárea) junto con las localización de las zonas donde existe mayor acumulación de lixiviado (según estudio geofísico), el número total de pozos ascienda a un mínimo de 8. La separación de los pozos será de 60 metros, asumiendo un radio de influencia de cada uno de ellos de 30 metros. Los pozos se han distribuido en el terreno de forma que se asegure la máxima cobertura de captación posible.

Según el estudio geofísico, se han interpretado las capas con resistividad comprendidas entre 15 y 100 Ohm*m como suelos saturados con lixiviados (para lo que se perforan las chimeneas hasta encontrar su nivel y poder extraerlos) y no como residuos. Esta interpretación además coincide con lo visto por el equipo consultor durante la visita de campo. Es por ello que se determina que la altura promedio del residuo es inferior a 5 metros.

La opción de gestión de los lixiviados incluye la recirculación de estos hacia el nuevo relleno sanitario de Chancay. El nuevo relleno sanitario contará con dos pozas de lixiviados7 con una capacidad de almacenamiento efectiva de 222 m3, diseñada para dar cabida a un volumen máximo de generación de lixiviados de 7.66 m3/d. Según el plan de manejo de lixiviados incluye la recirculación de lixiviados mediante una bomba de impulsión, con capacidad de bombeo de 1 lps y una carga estima de trabajo de 4 h/día.

Con estas condiciones, se espera que para desocupar cada poza (111 m3) será necesario emplear una semana aproximadamente (7.7 días), mientras que para llenarla a una tasa de producción calculada en la modelación de lixiviados del nuevo relleno sanitario, de 3.83 m3/día (50 % de 7.66 m3/día), se requiere de unos 30 días en promedio.

De acuerdo a los resultados del estudio de generación de lixiviados del botadero una vez clausurado, no se espera ninguna generación de lixiviados. Por tanto la única generación de lixiviados derivaría de la extracción de los pozos de lixiviados del lixiviado ya existente. Por lo tanto, el volumen de lixiviado extraído, en caso de existir, se adecuará al plan de operación del nuevo relleno sanitario.

El potencial lixiviado que podría extraerse de los pozos corresponde a un ciclo de extracción mensual del volumen acumulado en el interior de los pozos (tubos PEAD 6") , suponiendo un nivel máximo de 5 metros en el interior. Ello daría una extracción máxima de 0.72 m3 / mes (0.09 m3/pozo). Dicho volumen representa el 0.3 % del volumen de generación máxima de lixiviados esperado en el relleno sanitario (7.66 m3/d ó 237.46 m3/mes), el 0.6% de la capacidad efectiva de cada una de pozas y un incremento insignificante en la recirculación del <0.1% (Vol de recirculación anual en el relleno 446.4 m3/mes – 1lps en ciclos de 4h/día). Por tanto el incremento de volumen de lixiviado derivado de la aportación del botadero se considera asumible (<5% de incremento) por el sistema de manejo de lixiviados planteado en el proyecto del nuevo relleno sanitario.

Para la extracción del lixiviado acumulado en los pozos se ha previsto el uso de una bomba sumergible con una capacidad de extracción mínima de 1.5 m3/h. Esta bomba, de cuerpo cilíndrico y diámetro inferior al del pozo, se introducirá en el mismo hasta alcanzar el nivel donde se encuentre el lixiviado para proceder a su bombeo. Para alimentar la bomba se requerirá de un grupo electrógeno portátil que podrá ser transportado en camioneta. El lixiviado extraído será bombeado del pozo hacía un depósito de pequeño tamaño (1 m3) emplazado en la misma camioneta.

Una vez concluido el procedimiento de extracción de lixiviados en los diferentes pozos, se trasladará el depósito y su contenido a la poza del relleno sanitario para su gestión, tal y como se ha explicado anteriormente.

Dado el emplazamiento y procedimiento constructivo de la poza de lixiviado del relleno sanitario, no es necesario disponer de estructura de entrega. La descarga se realizará a través de la válvula de vaciado situada en la parte inferior del depósito.

[7] "Estudio de impacto ambiental semi detallado "Relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima"

4.3.2. Manejo del biogás

El biogás generado por la descomposición de los residuos podría derivar en incendios y contaminación ambiental, por lo que generalmente es necesario diseñar un sistema de recolección del biogás con la finalidad de manejar y controlar adecuadamente el movimiento del biogás que se genera en cualquier sitio de disposición final, cuando éste ha llegado a su etapa final o bien, cuando el ambiente está siendo afectado por dicho gas. Sin embargo, cabe la posibilidad de plantear una estrategia de clausura que no contemple la construcción de un sistema de manejo de biogás siempre y cuando se den una serie de circunstancias como las descritas a continuación:

1) Botaderos donde la capa de clausura no sea de baja permeabilidad ($> 10^{-9}$ m/s), evitando la posible acumulación de biogás bajo dicha capa.
2) Botaderos operados en condiciones donde se haya favorecido la degradación aerobia de los residuos (generación de CO2 en sustitución de metano CH4).
3) Botaderos donde la columna de residuo tenga una altura media no superior a los 5 metros,
4) Botadero en los que la operación no contemple la cobertura periódica de los residuos.

La condiciones descritas anteriormente darían lugar a que la generación de biogás fuese despreciable en términos de generación de Biogas/superficie del botadero (m3 de biogás/m2 de botadero <0.001 m3/m2) y por tanto no fuese necesario construir un sistema de evacuación y gestión de gases. Además, de acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 1993), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4. Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años.

La alternativa propuesta de clausura plantea el uso de una capa de sellado de una permeabilidad mayor a la de las capas de sellado convencionales, la cual permitiría la no acumulación de biogás en la masa de residuo. Ello unido a la propia configuración del botadero "Punta Grita Lobos", donde el residuo se ha depositado directamente sobre el terreno y la columna de residuos no supera de medios los 5 metros, permite no emplear ningún sistema de gestión del biogás.

4.4. Estrategia de post- clausura

Se da a través de la implementación de planes:

4.4.1. Plan de Mantenimiento

El Mantenimiento es un programa continuo que tiene como objeto atender los problemas que se pudiesen presentar en la superficie del botadero cerrado, provocados por la acción de las lluvias y del

viento principalmente. Estos problemas suelen ser depresiones, grietas o erosiones y deben ser reparados lo antes posibles para evitar que deriven en problemas ambientales de mayor envergadura.

Se incluyen en este programa de mantenimiento las operaciones relacionadas con la gestión del lixiviado que se siga generando en el botadero tras su sellado.

Los responsables de llevar a la práctica dicho plan son el personal técnico capacitado, y que deberá estar integrado en la Unidad Gestión de Residuos creada por la Unidad Ejecutora 003 Gestiona de la Calidad Ambiental, para la operación y mantenimiento del relleno. Asimismo, los trabajos deberán estar integrados en las actividades de operación y mantenimiento del relleno sanitario.

Se tomara en cuenta los siguientes aspectos propios de un área degradada recuperada.

1) Depresiones.

La masa de residuos sobre la cual se ha construido la capa de sellado puede presentar variaciones de volumen a lo largo del tiempo debido a los asientos diferenciales derivados de la compactación y la degradación de los residuo en su interior. Estos asientos no se producen de forma uniforme sobre la superficie del botadero, lo cual genera depresiones. Estas depresiones son uno de los problemas más comunes en este tipo de obras, y debe resolverse con el objetivo de evitar la acumulación de agua de lluvia.

Para llevar a cabo las reparaciones, se escarifica el terreno con medios manuales o mecánicos hasta una profundidad de 10 cm, y a continuación se coloca material de cubierta en capas de 40 cm como máximo, las cuales se compactan hasta alcanzar la superficie original.

2) Grietas.

Las grietas son problemas originados por efecto de los cambios de temperatura unido a una mala calidad del material de cobertura. Para atender estos problemas, el operario descubrirá a cada lado de la grieta unos 20 cm, a una profundidad igual a la de la grieta. Una vez humedecida la zona, se hará lo mismo con el material de relleno, se cubrirá y compactará la zona descubierta hasta alcanzar la superficie original.

3) Erosiones.

La erosión es un problema también originado por la acción tanto de la lluvia como del viento. Provoca que los taludes y terraplenes pierdan parte de su material de cobertura, reduciendo su eficiencia en cuanto al aislamiento de los residuos.

Para atender dicho problema, se escarificará la zona erosionada siguiendo el mismo procedimiento que en el caso de las depresiones, y se reparará la zona con material de cubierta (en condiciones óptimas de humedad) hasta alcanzar el nivel original.

4) Instalaciones complementarias

Entre las actividades de mantenimiento también se incluye el mantenimiento de aquellas instalaciones construidas y asociadas al botadero, tales como viales interiores y de acceso, cerco perimetral, entre otros.

Los posibles problemas a resolver son el rellenado de baches, reparación de cerco perimetral etc.

- La reparación del cercado que limita con predios privados se realizará de tal forma que se ajuste a las especificaciones técnicas de diseño. Ello significa cambiar los postes de madera que se vean deteriorados y reponer el alambre de púas en caso de ser necesario.

- Las vías internas de acceso son las arterias vitales para lograr un eficiente acceso a las zonas que necesiten mantenimiento, por lo que siempre se mantendrán en buenas condiciones de tránsito. Para lograr una buena vialidad se realizará un mantenimiento constante empleando. Se rellenarán los baches, huecos o hundimientos que presenten las vías, para lo cual se empleará material de recebo y se aplicará la compactación apropiada, dejando las superficies lisas y con la pendiente transversal prevista en los planos de diseño.

5) Gestión de lixiviados.

Está previsto que el lixiviado que haya quedado confinado en el botadero, y el que se pudiera generar por la materia orgánica que aun quedase por degradar, se irá recogiendo en las chimeneas construidas a tal efecto. Ese lixiviado se extraerá de las chimeneas mediante una bomba sumergible, que se introducirá hasta el fondo de la misma y que bombeándolo dentro de unos depósitos de plástico, situados en la parte posterior de la camioneta, para su traslado hasta la poza del relleno.

6) Gestión del biogás

Dada la baja generación de biogás prevista en el botadero de Chancay y su gran nivel de dispersión debido a su extensión, hacen innecesario la instalación de pozos de venteo.

2. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

2.1. Características del medio físico

En este apartado se presentan las características climáticas del área de estudio ya que influyen en las tasas de generación de gases y lixiviados y por lo tanto constituye uno de los parámetros más importantes a la hora de proponer las medidas para la recuperación del área degradada.

Para la evaluación del clima en el área de estudio se empleó datos de la estación meteorológica más cercana denominada Lomas de Lachay (situada a 13,10 km del proyecto), operada por el Servicio Nacional de Meteorología y e Hidrología (SENAMHI), y que se sitúa a una altitud (300 msnm) próxima a la del relleno sanitario de Chancay (170 msnm).

Tabla 5. Estación meteorológica de Lomas de Lachay

Altitud sobre el nivel del mar:	300 m.s.n.m
Precipitación media anual:	170.9 mm/año
Temperatura promedio:	17.7º c
Humedad relativa promedio:	91.0 %
Evaporación mensual:	448.9 mm/año
Horas de sol promedio mensual:	1,294.2 horas de sol/año

Precipitación, Temperatura promedio y humedad relativa promedio : Periodo 1995 – 2013; Evaporación mensual : Periodo 1998 – 2013; Horas de sol : Periodo 1970-1972 y 1994-1995. Fuente: SENAMHI.

2.1.1. Precipitación

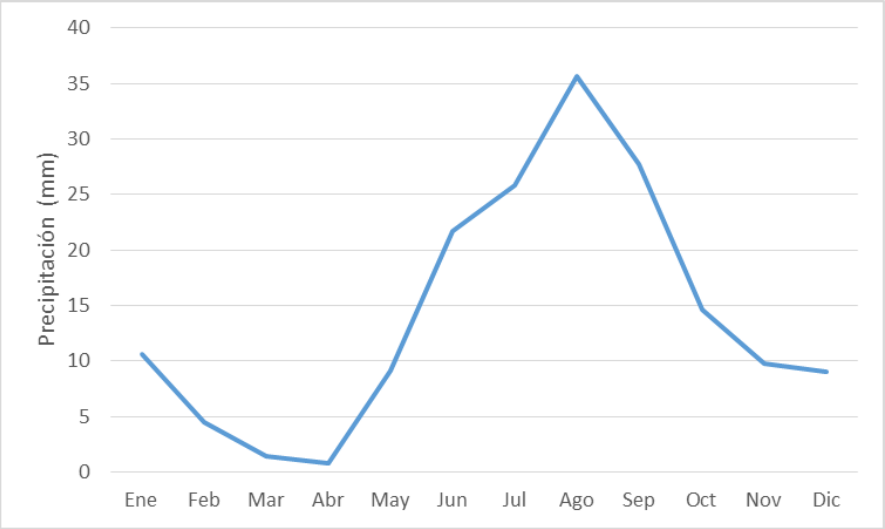
En la siguiente tabla se presenta la precipitación pluvial promedio mensual del área de estudio, en la cual se observan valores medios entre 0.8 a 35.7 mm/mes, siendo el valor medio anual acumulado de 170.9 mm/año. La precipitación presenta los periodos de mayor precipitación de junio a octubre, teniéndose como meses de transición noviembre y mayo.

Tabla 6. Precipitación total mensual (mm)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	10.6	4.5	1.4	0.8	9.2	21.7	25.8	35.7	27.7	14.6	9.8	9.1	170.9

Periodo: 1994 – 2013. Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

Figura 18. Precipitación media mensual



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI.

2.1.2. Temperatura

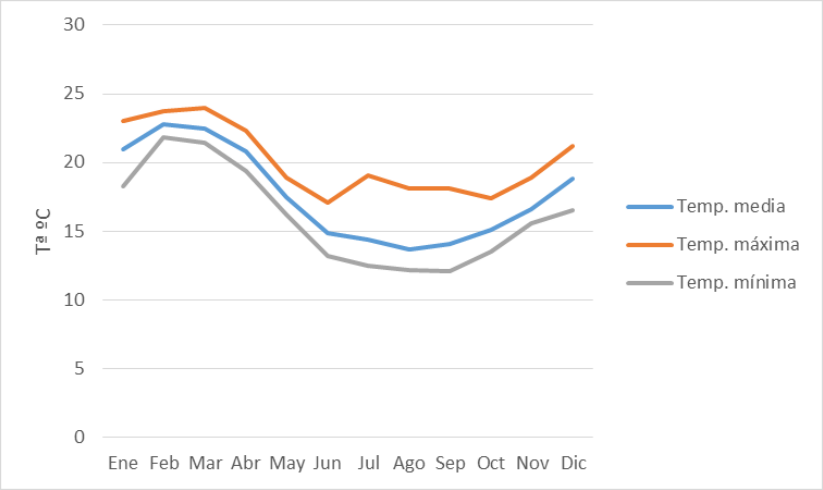
La estación Lomas de Lachay, durante los periodos 1995 – 2013 y 2007, registró una temperatura media anual de 17.7 ºC. La temperatura mínima media anual registrada fue de 16.8 ºC y la temperatura máxima media anual alcanzada fue de 19.3 ºC. La temperatura media mensual varió entre 22.8ºC y 13.7 ºC.

Tabla 7. Temperatura media mensual, ºC

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	21	22.8	22.5	20.8	17.5	14.9	14.4	13.7	14.1	15.1	16.6	18.8	17.7

Periodo: 1995 – 2013. Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

Figura 19. Temperatura media mensual



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI.

2.1.3. Horas de Sol

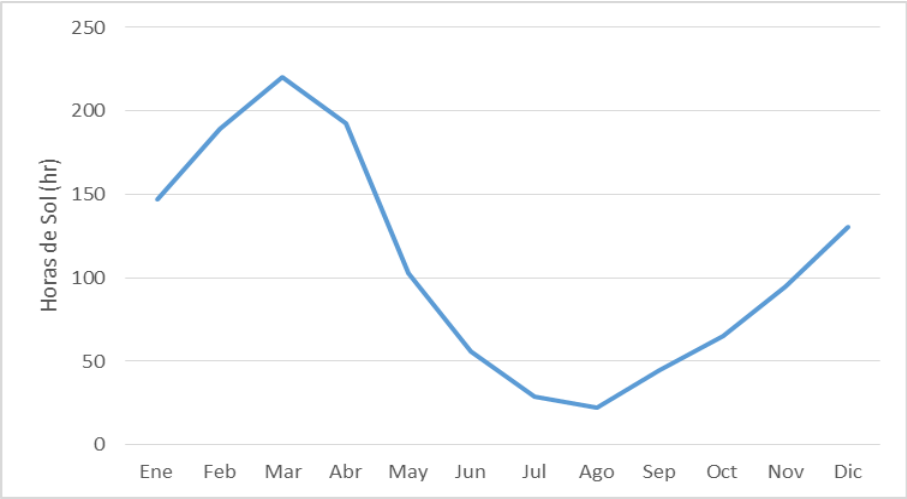
Las horas de sol promedio mensuales varían entre las 22.3 y 220.1 horas, presentando un valor anual de 1,294.2 h/año.

Tabla 8. Media mensual de horas de sol

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	147.1	189.2	220.1	192.6	102.8	56.2	28.7	22.3	44.7	64.9	95.0	130.7	1294.2

Periodo: 1970 - 1972 y 1994 -1995. Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

Figura 20. Promedio Mensual Horas de Sol (hr)



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI.

2.1.4. Evaporación

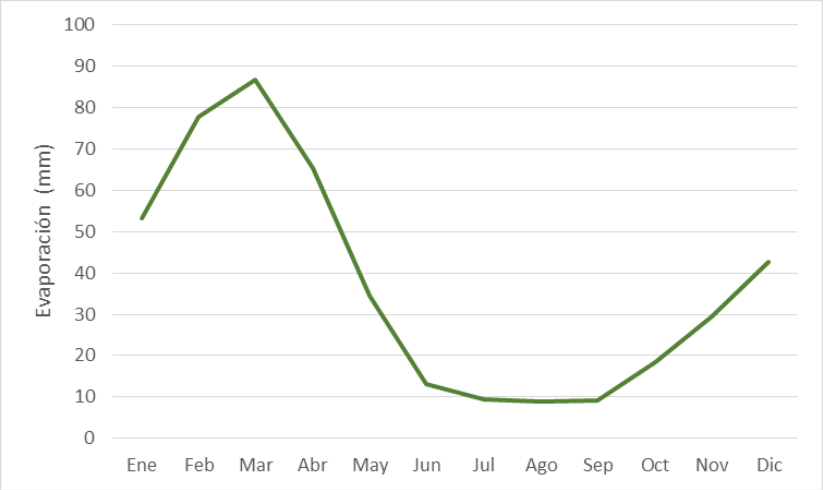
Durante los periodos 1998 – 2013 la estación meteorológica Lomas de Lachay, registró una evaporación total media anual de 448.9 mm/año. La evaporación total mínima media anual registrada fue de 1.3 mm (Septiembre) y la máxima media anual alcanzó un valor de 114.7 mm (Marzo).

Tabla 9. Evaporación total mensual (mm)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	53.3	77.8	86.9	65.4	34.6	13.1	9.4	8.8	9.1	18.5	29.5	42.7	448.9

Periodo: 1998 – 2013. Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

Figura 21. Evaporación media del Área de estudio (mm)



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

2.1.5. Evapotranspiración

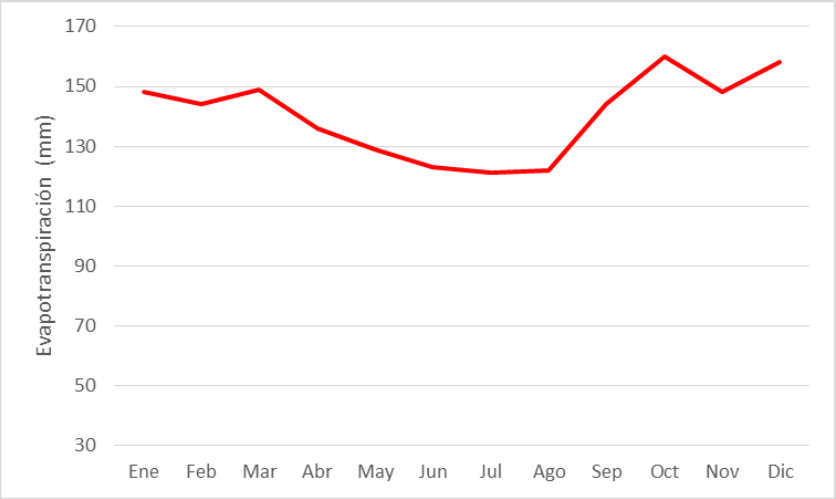
Como se observa en la siguiente, la evapotranspiración potencial (ETP), presenta un valor de 1682 mm/año.

Tabla 10. Evapotranspiración media del Área de Estudio (mm).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	148	144	149	136	129	123	121	122	144	160	148	158	1682

Periodo: 1998 – 2013. Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI.

Figura 22. Evapotranspiración media del Área de estudio



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

2.1.6. Humedad relativa

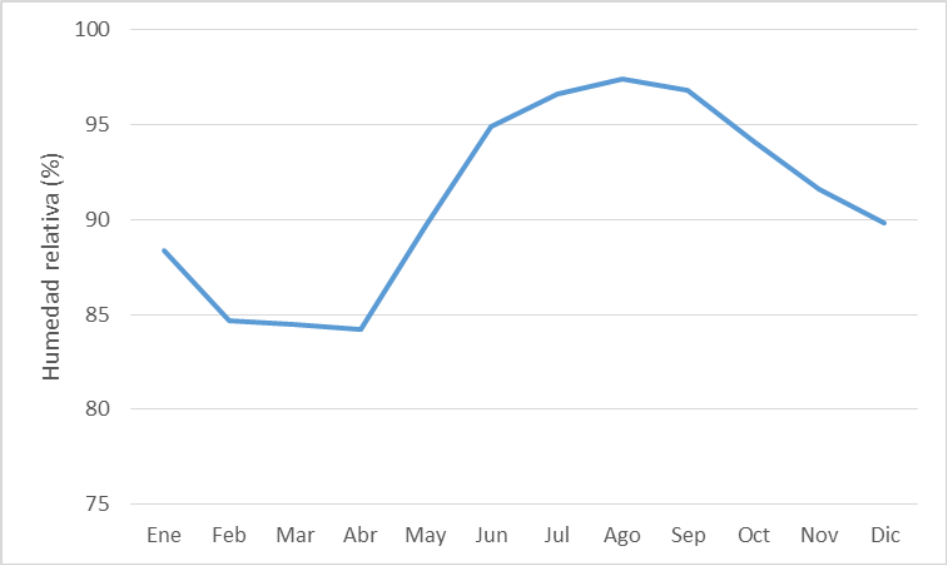
En la tabla a continuación se presentan los datos de humedad relativa, con un valor medio anual del 91.0%.

Tabla 11. Humedad Relativa del Área de Estudio (%)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	88.4	84.7	84.5	84.2	89.7	94.9	96.6	97.4	96.8	94.1	91.6	89.8	91.0

Periodo: 1967-1978, 2009 – 2013, Fuente: Estación Lomas de Lachay.

Figura 23. Humedad Relativa (%) del Área de estudio



Fuente: Estación Lomas de Lachay. SENAMHI

2.1.7. Hidrografía

Hidrográficamente el proyecto del Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos" se encuentra situado en la unidad hidrográfica 137559 de tipo intercuenca, donde limita por el norte con la cuenca del río Huaral, por el sur con la cuenca del río Chancay – Huaral y por el oeste con el océano Pacífico.

2.1.8. Geología

A nivel regional, la zona de estudio donde se localiza el botadero "Punta Grita Lobos" se encuentra dentro del área del Batolito costanero, que es un complejo de distintas rocas volcánicas e intrusivas, cuya composición varía de gabro a granito potásico. Los distintos afloramientos establecen una franja paralela a la costa y a una distancia de ella que varía entre 5 y 20 km. Su ancho varía considerablemente, alcanzando los 50 km[8].

A nivel de local, podemos afirmar que la correspondiente zona de estudio se encuentra situada en un área donde predominan las unidades de origen volcánico. Dichas unidades presentan un elevado grado de meteorización originando desprendimientos o caídas de material en las áreas de las laderas agrestes. Dichos desprendimientos se pueden observar como conos de escombros dando lugar a pendientes inclinadas a empinadas. La mayor parte de la zona de estudio se encuentra cubierta por depósitos eólicos de variada potencia dependiendo de la topografía. Las edades de estas unidades fluctúan entre el Cretáceo Inferior hasta el Terciario Inferior y posteriormente el Cuaternario reciente.

En el área de proyecto, las unidades geológicas predominantes son depósitos eólicos cuya potencia supera los 60 m que cubre rocas volcánicas de la formación Casma. Los depósitos eólicos presentan buenas condiciones de permeabilidad y buena circulación, pero la ausencia de flujos de agua en la influencia hace que estos depósitos permanezcan secos a lo largo del año.

2.1.9. Geomorfología

A nivel local, el área de estudio ocupada por el botadero "Punta Grita Lobos" se caracteriza por presentar una geomorfología de lomadas y cadenas de cerros bajos pertenecientes al batolito costanero, las cuales se integran en las estribaciones de la cordillera occidental. La zona se caracteriza por presentar un relieve moderado a accidentado con pendientes entre los 5º a 20º. Estas unidades geológicas se sitúan cubiertas por depósitos eólicos.

A nivel regional, estas cadenas de montañas se distribuyen paralelas a la costa, alcanzando alturas de hasta los 400 msnm. Estas cadenas montañosas crean una marcada diferencia con las pampas costeras que se distribuyen desde la línea costera hasta estas elevaciones, formadas fundamentalmente

[8] Informe geotécnico para el relleno sanitario del distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima. 2014

por rocas volcánicas e intrusivas. Al mismo tiempo en estas zonas se aprecian los restos de depósitos eólicos de la zona.

2.1.10. Hidrogeología

En cuanto a las características hidrológicas del al zona de estudio, es imprescindible analizar los aspectos físicos que ayudan a determinar las características de los acuíferos.

En el análisis de los cuerpos de agua y su incidencia sobre el proyecto, hemos apreciado que por su ubicación en la cima de los cerros de poca elevación que forma el batolito, no tiene la influencia de ningún cuerpo de agua ya sea estacional o temporal y menos de cursos permanentes. El curso de agua más próximo pertenece a las aguas del río Chancay Huaral que distan unos 17 km; también se observó la existencia de canales de riego al pie de esta elevación, que por diferencia de desnivel no influye en el comportamiento de acuíferos en la zona.

Teniendo en consideración las características geológicas y los resultados de los Sondajes Eléctrico Vertical (SEV), se puede llegar a la conclusión que en el entorno del área del proyecto no existe acuífero, a pesar de presentar buenas características físicas por falta de fuentes de recarga, por lo que no se puede hablar de comportamiento hidráulico.

2.1.11. Sismicidad

Para los aspectos referentes a la sismicidad se ha tomado como base el estudio de peligro sísmico elaborado para la construcción del nuevo relleno sanitario de Chancay. El área donde se construirá el nuevo relleno sanitario se encuentra colindante al botadero "Punta Grita Lobos".

El estudio de sismicidad referenciado ha tomado como base el estudio de Zonificación Sísmica elaborado por el INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (IGP) TITULADO, "Zonificación Sísmica – Geotécnica de la Ciudad de Huacho".

"Desde el punto de vista geodinámica externo se observó la presencia de dos procesos tales como, caída de rocas en las laderas contiguas y cabecera del área del proyecto y el otro proceso es la erosión eólica; pero estos fenómenos no ponen en riesgo la operatividad del proyecto. En cuanto a la geodinámica interna se considera como zona de alta sismicidad, siendo el efecto más preocupante la ocurrencia del fenómeno de licuefacción, el cual se reduce por la ausencia de nivel freático en la zona. Además, los parámetros a utilizar en el diseño de los muros y taludes el método pseudo-estático, se recomienda un valor de 0.4 g".

2.1.12. Geotecnia

Para determinar la características geotécnicas y mecánicas de los suelos donde se sustenta el proyecto (suelos de fundación) y de su entorno, se han adoptado previa validación los resultados de los ensayos del estudio "Informe geotécnico para el Relleno Sanitario del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima". En base a dicha documentación se han ejecutado 06 calicatas alcanzando profundidades variables, siendo la más profunda de 2.4 m (calicata C – 1). En ellas se evaluó el perfil estratigráfico que presentan, además de ensayos como percolación y densidad natural. En la tabla siguiente se indica la ubicación de las calicatas.

Tabla 12. Ubicación de Calicatas

Coordenadas UTM WGS 84		
Calicatas	Este	Norte
C-1	246117	8729860
C-2	245967	8730058
C-3	246200	8730058
C-4	246040	8730220
C-5	246068	8730489
C-6	246286	8730482

Fuente: Informe geotécnico para el Relleno Sanitario del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima.

El material conformado por depósito eólico, presenta un perfil similar en las 6 calicatas excavadas, una capa superficial conformada por arena limosa cuya potencia es variable llegando a alcanzar en algunos casos hasta los 2.0 m, seguido de un horizonte de arena limpia cuya potencia es muy profunda.

Los resultados obtenidos de los ensayos estándar de laboratorio concernientes a la clasificación y contenido de humedad según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13. Estudio de Suelos

Calicata	Muestra	Profund.(m)	Granulometría (%)			Límites (%)			Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	C.H.	
C-1	M -1	2.4	0.0	84.4	15.6	NP	NP	0.7	SM
C-2	M-1	2.2	0.0	88.5	11.5	NP	NP	0.3	SP-SM
C-3	M-1	2.2	0.0	75.0	25.0	NP	NP	0.3	SM
C-4	M-1	1.7	0.0	85.5	14.5	NP	NP	0.6	SM
C-5	M - 1	1.8	0.0	78.9	21.1	NP	NP	0.4	SM
C-6	M - 1	1.6	0.0	76.2	23.3	NP	NP	0.4	SM

Fuente: Informe geotécnico para el Relleno Sanitario del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima

A partir de los ensayos de laboratorio, se han obtenido las propiedades mecánicas de los suelos. Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 14. Resumen de ensayos de corte directo

Calicata	Muestra	Profund.(m)	Clasificación SUCS	Corte directo	
				C(Kg/cm2)	Ø(º)
C-1	M-1	2.4	SM	0.0	30
C-3	M-1	2.2	SM	0.0	30
C-4	M-1	1.7	SM	0.0	29
C-6	M-1	1.6	SM	0.0	28.5

Fuente: Informe geotécnico para el Relleno Sanitario del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima

El grado de permeabilidad de un suelo se mide por su coeficiente de permeabilidad, el cual se basa en la ley propuesta por Darcy. Se han realizado 2 ensayos de permeabilidad, para ello se han considerado las muestras alteradas de las calicatas C-3 (SM) y de la C-5 (SM), cuyos coeficientes de permeabilidad (K) se determinó a través de ensayos en laboratorio. Dicho resultado se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Valores de Coeficientes de permeabilidad según los reportes de laboratorio

Calicatas	Coeficiente de Permeabilidad K (cm/s)
C-3	4.3 E-03
C-5	4.8 E-03

Fuente: Informe geotécnico para el Relleno Sanitario del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento Lima

Considerando estos resultados en función a los rangos de la tabla de permeabilidad por tipo de suelo, la permeabilidad del área del botadero se considera como Poco permeable, que corresponde a arena limosa que concuerda con los reportes y datos obtenidos de laboratorio.

Tabla 16. Rangos de Permeabilidad Relativos por Tipo de Suelo

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/seg)	Suelo típico
Muy permeable	> 1 * 10-1	Grava gruesa
Moderadamente permeable	1 * 10-1 a 1 * 10-3	Arena, arena fina
Poco permeable	1 * 10-3 a 1 * 10-5	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	1 * 10-5 a 1 * 10-7	Limo y arenisca fina
Impermeable	< 1 * 10-7	Arcilla

Fuente: Terzaghi K. y Peck R.; 1980

2.1.13. Riesgos naturales y cambio climático

2.1.13.1. Riesgos naturales

A continuación presentamos la tabla de Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto.

Tabla 17. Identificación de Peligros en el ámbito de intervención del proyecto

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el Proyecto?				2. ¿Existen estudios que pronostiquen la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo de peligros?			
	SI	NO	Comentarios		SI	NO	Comentarios
Inundaciones		x		Inundaciones		x	
Lluvias Intensas		x		Lluvias Intensas		x	
Heladas		x		Heladas		x	
Friaje/Nevada		x		Friaje/nevada		x	
Sismos	x		Existen 02 (dos) antecedentes de poca relevancia: El sismo del 08 de junio de 1967 y el sismo del 20 de Octubre de 1687.	Sismos	x		Existe un Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres elaborado el año 2006 por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), donde indica la baja frecuencia de ocurrencia de este peligro para la zona.
Sequias		x		Sequias		x	
Huaycos		x		Huaycos		x	
Derrumbes/Deslizamientos		x		Derrumbes/deslizamientos		x	
Tsunamis		x		Tsunamis		x	
Incendios Urbanos		x		Incendios Urbanos		x	
Derrames Tóxicos		x		Derrames Tóxicos		x	
Vientos Fuertes		x		Vientos Fuertes		x	
3.¿Existe la probabilidad de ocurrencia de alguno de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto						si	Dado que es un área que se ubica en la zona llamada cinturón de fuego del Pacífico y de acuerdo a los antecedentes y data existente para la zona
4. La Información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona ¿es suficiente para tomar decisiones y evaluación de proyectos?						si	La información de ocurrencia del peligro en la zona se ha elaborado por institutos especializados en el tema

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Frecuencia: Se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.

Severidad: Se define como el grado de impacto de un peligro específico (intensidad, área de impacto).

Tabla 18. Caracterización específica de los peligros

Peligros	S	N	Frecuencia (a)				Severidad (b)				Resultado
			B	M	A	SI	B	M	A	SI	(C) = (a)*(b)
Inundación		x									
¿Existen zonas con problemas de inundación?		x									
¿Existe sedimentación en el río o quebrada?		x									
¿Cambia el flujo del río o acequia principal que estará involucrado con el proyecto?		x									
Lluvias intensas		x									
Derrumbes/Deslizamientos		x									
¿Existen procesos de erosión?		x									
¿Existe mal drenaje de suelos?		x									
¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas Geológicas en las laderas?		x									
¿Existen antecedentes de deslizamientos?		x									
¿Existen antecedentes de derrumbes?		x									
Heladas		x									
Friajes/Nevadas		x									
Sismos	x			2				1			2
Sequias		x									
Huaycos		x									
¿Existen antecedentes de huaycos?		x									
Incendios Urbanos		x									
Derrames tóxicos		x									
Otros		x									

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

B: Baja M: Mediana A: Alta S.I: Sin información

Tabla 19. Caracterización específica de los peligros

Peligros	S	N	Frecuencia (a)				Severidad (b)				Resultado (C) = (a)*(b)
			B	M	A	SI	B	M	A	SI	
Inundación		x									0
Lluvias intensas		x									0
Derrumbes/Deslizamientos		x									0
Heladas		x									0
Friajes/Nevadas		x									0
Sismos	x			2				1			2
Sequias		x									0
Huaycos		x									0

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Resultado = 1 Peligro Bajo, Resultado = 2 Peligro Medio, Resultado >= 3 Peligro Alto

Tabla 20. Resumen de peligros

		SEVERIDAD		
		BAJO	MEDIO	ALTO
FRECUENCIA		1	2	3
BAJO	1	1	2	3
MEDIO	2	2	4	6
ALTO	3	3	6	9

Dónde:

Bajo: 1 y 2	Medio: 3 y 4	Alto: 6 y 9

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Resultado = 1 Peligro Bajo, Resultado = 2 Peligro Medio, Resultado >= 3 Peligro Alto

Como conclusión podemos indicar: De acuerdo a los peligros naturales identificados y la información evaluada, la zona en donde se desarrollara el proyecto presenta una vulnerabilidad baja en caso de producirse un acontecimiento sísmico. Vale precisar que la zona en donde se ubicara el proyecto al localizarse en una zona de clima desértico, se reduce la posibilidad de precipitaciones intensas, que generen inundaciones, derrumbes y aluviones con arrastre de lodo, que generen algún impacto en la zona del proyecto.

Dado que no se han identificado peligros naturales asociados a las diversas variables climáticas, los efectos del cambio climático son mínimos en el área de estudio, lo anterior se concluye a partir de la información recolectada, donde se puede verificar que los peligros y desastres naturales se reducen a los peligros asociados a la actividad sísmica.

Para reducir el riesgo sísmico se ha elaborado el estudio de estabilidad de la capa de sellado, donde se concluye que el diseño de la capa de clausura propuesto, bajo los condicionantes de propiedades del suelo y residuos especificados, cumple con las condiciones de seguridad exigible para el tipo de obra del presente proyecto (FS > 1.4), y garantiza dicha estabilidad ante cualquier ocurrencia de sismo. (ver anexo adjunto N° 4. Memoria de cálculo).

2.1.13.2. Gestión del riesgo en un contexto del cambio climático

Para el diseño de las obras de clausura se ha tenido en consideración la posible evolución del clima en años venideros, de tal manera que las infraestructuras proyectadas puedan hacer frente a eventos extremos asociados al cambio climático. Para ello se ha tenido en cuenta estudios como estabilidad de taludes, en caso de sismos, pendiente para evacuación de lluvias.

2.2. Características del Medio biológico

El área de estudio presenta a la vista un paisaje de desierto desecado que se caracteriza por presentar pocas especies estacionales de porte medio, donde destacan las especies vegetales de Cistanthe paniculata (especie endémica), Tetragonia crystallina, Solanum multifidum, Anthericum eccremorrhizum, Cactaceae (catus), Oxalidaceae, Asparagaceae y las especies de Caesalpinia spinosa y Prosopis pallida que son tolerantes a la sequía y tiene raíces profundas.

La flora registrada en campo, está conformada por 11 especies y en 9 familias, siendo las más representativas de la zona por su mayor diversidad de especies presentes, las siguientes: Solanaceae, Bromeliaceae, Montiaceae y Aizoaceae.

En cuanto al paisaje característico de la zona, se aprecia que según va avanzando hacia el sur-oeste las colinas van dando paso a la llanura costanera, con superficies sub horizontales cubiertas de arena eólica, terminando en pequeños acantilados, antes de la línea de plata.

Por otro lado, respecto a la fauna significativa y predominante de la zona de estudio, podemos señalar que las especies más comunes en dicha área son las especies de Pygochelidon cyanoleuca (nombre común Santa Rosita), Volatinia jacarina (nombre común Salta Palito), Falco sparverius, Passer domesticus y Crotophaga sulcirostris dentro de la ornitofauna; y dentro de la mastofauna y la herpetofauna predominan las Rattus rattus (ratas), seguido de Pseudalopex sp (zorros), y la Microlophus occipitalis (lagartija peruana) y Dicrodon guttulatum (saurio).

En la zona del proyecto donde se ubica el botadero no existe ninguna Área Natural Protegida (ANP) por el Estado, conforme al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SINANPE), que está integrado por todas las áreas definidas por leyes promulgadas sobre la materia, y tampoco tiene cercanía a sus áreas de amortiguamiento.

El ANP más cercana es el Área de conservación Lomas de Lachay, ubicado a 18 km aproximadamente del área de estudio.

3. ENTORNO SOCIO-CULTURAL

3.1. Área de Influencia

El área de influencia para el proyecto de recuperación de áreas degradas por residuos sólidos está compuesta por todos los impactos directos e indirectos que pudiese ocasionar el proyecto en la población durante la etapa de inversión (Clausura) y post inversión (operación y mantenimiento).

Para este caso se ha considerado delimitar el área de influencia, tomado en consideración a las viviendas o actividades económicas colindantes con la vía de acceso y el propio botadero, áreas que pueden configurarse como población directamente afectada y luego beneficiada, en el entendido que son los que han referenciado experimentar los efectos propios de colindar con un botadero.

Se recomienda que como parte del Programa de Inversión Pública, del cual forma parte el presente PIP, el área de influencia debe ser redimensionada en la fase de inversión, al momento de elaborar el expediente técnico, debido a que los actores involucrados pueden variar en el tiempo, en función de la percepción y de los intereses de la misma población.

Figura 24. Ubicación de Área de Influencia.

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

3.2. Demografía

De acuerdo al Censo Nacional de XI Población y VI Vivienda, la población del distrito de Chancay en el año 2007 era de 49932 habitantes.

Tabla 21. Población del Distrito de Chancay

Departamento, Distrito, Área Urbana Y Rural, Sexo Y Tipo De Vivienda	Total	Grandes Grupos De Edad					
		Menos de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 a más años
Distrito CHANCAY (000)	49932	846	13919	13662	10746	7572	3187
Hombres (001)	25046	423	7072	6850	5196	3807	1698
Mujeres (002)	24886	423	6847	6812	5550	3765	1489
URBANA (012)	44862	755	12645	12222	9707	6748	2785
Hombres (013)	22375	376	6420	6070	4667	3374	1468
Mujeres (014)	22487	379	6225	6152	5040	3374	1317
RURAL (024)	5070	91	1274	1440	1039	824	402
Hombres (025)	2671	47	652	780	529	433	230
Mujeres (026)	2399	44	622	660	510	391	172

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.3. Actividades económicas predominantes

La ciudad de Chancay tiene una actividad económica variada, desarrollando movimientos comerciales, industriales y agrícolas. Dispone de servicios públicos como telecomunicaciones, transportes, energía eléctrica, agua potable, desagüe, salud, educación y administración pública. Cuando hay demanda temporal de trabajo, los comuneros se van quedando en los centros urbanos de Huaral y Chancay.

La cuenca representa con mayor claridad los recursos y actividades del distrito. Desde los niveles más altos de este micro-región, ocupados por comunidades, dedicadas tradicionalmente a la agricultura, fueron incrementando su producción al cambiar de giro hacia los frutales. En las zonas bajas de la cuenca se ubican áreas dedicadas a la agricultura, especialmente de cítricos, algodón y otros productos; también se crían ganados vacunos, caprinos y porcinos. En los alrededores de Chancay hay numerosas granjas de crianza de pollos. También en las inmediaciones de esta ciudad se han establecido algunas plantas agro-industriales de alimentos balanceados para animales, oleaginosas, embutidos y otras.

En el puerto de Chancay se han ubicado diversas fábricas pesqueras que producen harina, aceite y conservas de pescado. Este conjunto de productos de extracción y transformación condicionan la existencia de otras actividades, especialmente la del comercio y luego la de servicios y anexos.

Tabla 22. Población Económicamente Activa

Departamento y distrito, área urbana y rural, sexo y condición de actividad económica	Total	Grandes grupos de edad				
		6 a14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
Distrito CHANCAY (000)	44301	9134	13662	10746	7572	3187
PEA (001)	19806	163	6855	7341	4660	787
Ocupada (002)	18618	151	6264	6988	4466	749
Desocupada (006)	1188	12	591	353	194	38
Hombres (016)	22145	4594	6850	5196	3807	1698
PEA (017)	13280	110	4572	4762	3204	632
Ocupada (018)	12436	104	4177	4506	3051	598
Desocupada (022)	844	6	395	256	153	34
Mujeres (032)	22156	4540	6812	5550	3765	1489
PEA (033)	6526	53	2283	2579	1456	155
Ocupada (034)	6182	47	2087	2482	1415	151
Desocupada (038)	344	6	196	97	41	4
Área Urbana (048)	39809	8347	12222	9707	6748	2785
PEA (049)	17724	150	6103	6657	4155	659
Ocupada (050)	16625	139	5569	6321	3973	623
Desocupada (054)	1099	11	534	336	182	36
Área Rural (096)	4492	787	1440	1039	824	402
PEA (097)	2082	13	752	684	505	128
Ocupada (098)	1993	12	695	667	493	126
Desocupada (102)	89	1	57	17	12	2

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.4. Salud

En el distrito de Chancay se ha obtenido logros importantes en materia de salud, básicamente disminuyendo el indicador de morbilidad de EDA e IRA que afecta a la población según lo podemos apreciar en los cuadros líneas bajo. En el caso de EDAS el año 2014 se redujo a 401 casos de 696 identificados el año 2013.

Con respecto a los casos de IRA, el año 2014 se redujo a 4078 casos de 6596 identificados el año 2013. Sin embargo ese avance de disminuir las cifras no debe ser una condicionante para descuidar la vigilancia de los indicadores de salud y de continuar considerando medidas para su prevención y mitigación.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos en el Perú conlleva riesgos ambientales y a la salud de corto y largo plazo. Los problemas ambientales son diversos y tales problemas están directos e indirectamente vinculados a la calidad de la salud. Aunque la multi-causalidad de las enfermedades (la pobreza, la desnutrición y la carencia de servicios de saneamiento básico, por ejemplo, son factores causales muy importantes en el Perú); ello impide establecer una relación directa y cuantitativa entre el inadecuado manejo de residuos sólidos y la salud, se reconoce que el manipuleo inadecuado de los residuos contribuye a la generación y propagación de numerosas enfermedades y problemas de salud.

En las siguientes tablas se presenta la situación de salud del distrito de Chancay de los años 103 y 2014, referenciados por el Hospital de Chancay.

Tabla 23. Morbilidad general por subcategorías según grupo etario y sexo - 2013

Morbilidad	Total	0-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a+
EDAS	696	340	26	74	151	105
Otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso	614	333	20	56	120	85
Gastroenteritis y colitis de origen no especificada	82	7	6	18	31	20
IRAS	6,596	3,980	322	568	1,181	545
Rinofaringitis aguda, rinitis aguda	2,549	1,729	108	198	341	173
Faringitis aguda, no especificada	2,199	1,169	107	194	509	220
Faringo amigdalitis aguda	797	383	50	110	187	67
Bronquitis aguda, no especificada	566	541	25	-	-	-
Amigdalitis aguda, no especificada	138	44	13	30	41	10
Neumonía, no especificada	109	31	8	6	28	36

Morbilidad	Total	0-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a+
Sinusitis aguda, no especificada	74	8	5	17	33	11
Laringitis aguda	49	15	2	3	20	9
Laringotraqueitis aguda	39	31	2	2	3	1
traqueítis aguda	26	12	1	3	7	3
Laringofaringitis aguda	19	5	1	4	6	3
infección aguda de las vías respiratorias superiores, no especificada	7	1	-	-	1	5
Laringitis obstructiva aguda (crup)	5	5	-	-	-	-
neumonía bacteriana, no especificada	4	1	-	-	1	2
neumonía debida a klebsiella pneumoniae	3	-	-	-	1	2
Faringitis estreptococica	2	2	-	-	-	-
Epiglotitis aguda	2	-	-	1	-	1
neumonía viral, no especificada	2	-	-	-	1	1
Bronconeumonia, no especificada	2	1	-	-	1	-
Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados	1	1	-	-	-	-
Influenza con neumonía, debida a virus de la influenza identificado	1	-	-	-	-	1
Neumonía debida a estafilococos	1	-	-	-	1	-
Bronquitis aguda debida a mycoplasma pneumoniae	1	1	-	-	-	-

Fuente: RED III HUARAL – CHANCAY 2014 / HOSP. HOSPITAL CHANCAY Y SERVICIOS BASICOS DE SALUD

Tabla 24. Morbilidad general por subcategorías según grupo etario y sexo - 2014

Morbilidad	Total	0-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a+
EDAS	491	234	12	59	110	76
Otras gastroenteritis y colitis no especificadas de origen infeccioso	457	230	11	54	93	69

Morbilidad	Total	0-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a+
Gastroenteritis y colitis de origen no especificada	34	4	1	5	17	7
IRAS	**4,078**	**2,295**	**211**	**387**	**794**	**391**
Faringitis aguda, no especificada	1,179	552	53	130	312	132
Rinofaringitis aguda, rinitis aguda	1,098	730	49	92	148	79
Asma no especificado. Asma de aparición tardía. Bronquitis asmatica/sob sibiliancia, hip	642	454	25	33	74	56
Faringo amigdalitis aguda	464	187	23	76	146	32
Bronquitis aguda, no especificada	257	240	17	-	-	-
Asma mixta	149	20	22	20	49	38
Amigdalitis aguda, no especificada	102	32	13	21	26	10
Neumonía, no especificada	40	6	1	3	10	20
Bronquiolitis sin especificar, bronquiolitis aguda	34	27	-	2	3	2
Sinusitis aguda, no especificada	31	6	5	5	9	6
Laringotraqueitis aguda	14	11	-	1	1	1
Laringofaringitis aguda	11	9	-	1	1	-
Laringitis aguda	9	1	-	-	6	2
Asma predominantemente alérgica. Bronquitis alérgica	8	6	-	1	-	1
Bronconeumonía, no especificada	6	3	1	-	-	2
Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados	5	2	1	-	2	-
Traqueítis aguda	5	-	-	1	1	3
Infección aguda de las vías respiratorias superiores, no especificada	4	3	-	-	1	-
Neumonía bacteriana, no especificada	4	2	-	-	-	2
Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados	3	-	-	-	2	1
Otras sinusitis agudas	2	-	1	-	1	-
Faringitis estreptococica	2	-	-	1	1	-

Morbilidad	Total	0-11a	12-17a	18-29a	30-59a	60a+
Laringitis obstructiva aguda (crup)	2	2	-	-	-	-
Neumonía viral, no especificada	2	1	-	-	-	1
Asma no alérgica.	2	1	-	-	-	1
Influenza con neumonía, debida a virus de la influenza identificado	1	-	-	-	-	1
Neumonía debida a pseudomonas	1	-	-	-	1	-
Neumonía debida a otros estreptococos	1	-	-	-	-	1

Fuente: RED III HUARAL – CHANCAY 2014 / HOSP. HOSPITAL CHANCAY Y SERVICIOS BASICOS DE SALUD.

3.5. Educación

En el distrito de Chancay, en el nivel inicial existen 76 instituciones educativas; en el nivel primario, se cuenta con 32 instituciones educativas y en el nivel Secundario se tiene 18 instituciones educativas. Las prácticas de hábitos que favorecen la educación ambiental son insuficientes y demanda de una mayor capacitación del personal docente de las instituciones educativas, así se refirió por parte de los asistentes en el taller de involucrados desarrollado en la ciudad de Chancay.

Tabla 25. Número de Instituciones Educativas y Programas del Sistema Educativo, por tipo de gestión y área geográfica, según Etapa, Modalidad y Nivel Educativo, 2014

Etapa, modalidad y nivel Educativo	Total	Gestión		Área		Pública		Privada	
		Pública	Privada	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Total	132	88	44	109	23	65	23	44	0
Básica Regular	126	85	41	103	23	62	23	41	0
Inicial	76	58	18	60	16	42	16	18	0
Primaria	32	17	15	27	5	12	5	15	0
Secundaria	18	10	8	16	2	8	2	8	0
Básica Alternativa	4	1	3	4	0	1	0	3	0
Básica Especial	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Técnico-Productiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Etapa, modalidad y nivel Educativo	Total	Gestión		Área		Pública		Privada	
		Pública	Privada	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Superior No Universita	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Pedagógica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tecnológica	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Artística	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN - Padrón de Instituciones Educativas.

4. MARCO LEGAL Y REGULATORIO

4.1. Marco legal ámbito nacional

El marco legal existente en el Perú relacionado con el proyecto es el siguiente:

➢ Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú, promulgada en el año 1993: Fija normas que garantizan el derecho que tiene toda persona a la protección de su salud y gozar de un ambiente equilibrado.

Establece asimismo que es el Estado quien determina las políticas nacionales de salud y ambiente. Bajo su seno, se desprenden una serie de documentos legales que especifican los criterios y acciones a considerar para el proyecto.

➢ Sistema Nacional de Inversión Pública

El estudio de pre inversión a nivel de Perfil tiene en cuenta los contenidos mínimos dispuestos por el Sistema Nacional de Inversión Pública a través de:

- **Ley N° 27293[9].** Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y su modificatorias Leyes N ° 28522, 28802, 1005 y 1091.
- **Decreto Supremo N° 102-2007-EF[10]**. Reglamento de la Ley del SNIP.
- **Directiva N° 001-2011-EF/68.01[11].** Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública.

[9]Ley Nº 27293, publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 28 de Junio de 2000; modificada por las Leyes N° 28522, 28802, 1005 y 1091.
[10]Aprobado por Decreto Supremo N° 102-2007-EF, publicado en el Diario Oficial "El Peruano" el 19 de Julio de 2007.
[11]Publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 09 de abril de 2011.

- **Resolución Directoral N° 005-2005-EF/68.01**. Incorporación de los Gobiernos Locales al Sistema Nacional de Inversión Pública.
- **Decreto Supremo N° 102-2007-EF.** Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.
- **Resolución Directoral Nº 007-2013-EF/63.01 Anexo CME 22**, Contenidos Mínimos Específicos de Estudios de Pre inversión a Nivel de Perfil de Proyectos de Inversión Pública de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, en donde también se menciona el calificador funcional.

Tabla 26. Clasificador Funcional Programática del Proyecto

Función	17 Ambiente
Programa	055 Gestión Integral de la Calidad Ambiental
Subprograma	0126 Vigilancia y Control Integral de la Contaminación y Remediación Ambiental
Responsable funcional (SEGÚN Anexo SNIP 04)	Ambiente

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

➢ Ley Nº 28611 - Ley General del Ambiente[12]

Dicha Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental.

En el Título I Política Nacional de Ambiente y Gestión Ambiental, capítulo 1 Aspectos Generales, se señala en:

Artículo 3.- Función específica del Estado en materia ambiental

El Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarios para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la presente Ley.

[12] Publicado en el diario Oficial El Peruano, 13 de octubre de 2005.

- Ley Nº 27314 - Ley General de Residuos Sólidos[13] (incluye Decreto Legislativo 1065 que modifica la Ley)

Los artículos establecidos en esta normativa relacionados con la recuperación de áreas degradadas son los siguientes:

Artículo 4.- Lineamientos de política

La presente Ley se enmarca dentro de la Política Nacional del Ambiente y los principios establecidos en la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente. La gestión y manejo de los residuos sólidos se rige especialmente por los siguientes lineamientos de política, que podrán ser exigibles programáticamente, en función de las posibilidades técnicas y económicas para alcanzar su cumplimiento:

Inciso 8: Establecer acciones orientadas a recuperar las áreas degradadas por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos.

Artículo 10.- Función específica de la Municipalidades en materia ambiental

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el gobierno regional al que corresponden, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de botaderos que pongan en riesgo de salud de las personas y del ambiente.

Artículo 44.- Promoción de la inversión

El Estado prioriza la inversión pública y promueve la participación del sector privado en la investigación, desarrollo tecnológico, adquisición de equipos, así como en la construcción y operación de infraestructuras de residuos sólidos. Sin perjuicio del rol subsidiario del Estado, es obligación de las autoridades competentes adoptar medidas y disposiciones que incentiven la inversión en estas actividades.

Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales

Sexta.- Planes provinciales de gestión integral de residuos sólidos

Las municipalidades provinciales incorporarán en su presupuesto, partidas específicas para la elaboración y ejecución de sus respectivos Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, en los cuales deben incluirse la erradicación de los botaderos existentes o su adecuación de acuerdo a los mandatos establecidos en la presente Ley. Los períodos de vigencia y la consecuente revisión de estos planes serán determinados por cada autoridad municipal, según corresponda.

[13]Publicado en el diario Oficial El Peruano, 21 de julio de 2000 – Modificada en el 2008 DL 1065.

- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM)

Los artículos establecidos en esta normativa relacionados con la recuperación de áreas degradadas son los siguientes:

Artículo 8.- Autoridades Municipales.

La municipalidad, tanto provincial como distrital, es responsable por la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a éstos originados por otras actividades. Corresponde a estas municipalidades, lo siguiente:

- Provincial:
  - Asegurar la erradicación de los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos, así como la recuperación de las áreas degradadas por dicha causa; bajo los criterios que para cada caso establezca la Autoridad de Salud;

Artículo 18.- Prohibición para la disposición final en lugares no autorizados.

Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o aquellos establecidos por ley.

Los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos, identificados como botaderos, deberán ser clausurados por la Municipalidad Provincial, en coordinación con la Autoridad de Salud de la jurisdicción y la municipalidad distrital respectiva.

La Municipalidad Provincial elaborará en coordinación con las Municipalidades Distritales, un Plan de Cierre y Recuperación de Botaderos, el mismo que deberá ser aprobado por parte de la Autoridad de Salud. La Municipalidad Provincial es responsable de su ejecución progresiva; sin perjuicio de la responsabilidad que corresponda a quienes utilizaron o manejaron el lugar de disposición inapropiada de residuos.

Artículo 19.- Recuperación de áreas de disposición final.

Todo proyecto de recuperación para el uso de aquellos terrenos públicos o privados, que son o han sido rellenos sanitarios o botaderos de residuos, deben contar con la respectiva autorización de la DIGESA de acuerdo a lo establecido en los artículos 89 y 90 del Reglamento.

Artículo 92.- Recuperación y uso de áreas degradadas

Las áreas que han sido utilizadas como botaderos de residuos, deberán ser sanitaria y ambientalmente recuperadas en concordancia con el desarrollo y bienestar de la población, y con la prohibición dispuesta en el artículo 89 mediante un plan de recuperación. La formulación y ejecución de dicho plan es de responsabilidad de la municipalidad provincial correspondiente para lo cual contará con el apoyo de las municipalidades distritales y la Autoridad de Salud, sin perjuicio de que ésta repita posteriormente contra quien o quienes hayan hecho aprovechamiento del botadero. El citado plan será aprobado por la DIGESA.

- Decreto Supremo Nº 105/67-DGS.

Dispone que las áreas de terreno destinadas a relleno sanitario o de basuras solamente podrán ser habilitadas para parques o bosques.

- D.S. Nº 003-2008 – MINAM: "Aprueban Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para el Aire"

Que los ECA se refieren a valores que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente, siendo que el concepto de valor guía de la calidad del aire, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se refiere al valor de la concentración de los contaminantes en el aire por debajo del cual la exposición no representa un riesgo significativo para la salud.

- D.S. Nº 085-2003 PCM: "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido"

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

El ECA de ruido ha establecido niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse a fin de proteger la salud humana, para zonas residenciales, comerciales e industriales. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

En los lugares donde existen zonas mixtas, por ejemplo zonas Residencial-Comercial, se aplicará el estándar de zona Residencial.

- D.S. Nº 002-2008-MINAM: "Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua"

Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades

▪ En el artículo 80.- Saneamiento, Salubridad y Salud

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:
  - Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
  - Reglar y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiental.

- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales:
  - Proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, relleno sanitario y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

4.2. Marco Legal ámbito local

Con respecto al marco legal local se tiene los documentos normativos:

El plan de desarrollo local del Distrito de Chancay, define su Eje estratégico N° 02: Distrito Ambientalmente Saludable, y tiene como uno de sus objetivos estratégicos Reducir el volumen de Residuos sólidos, mejorando la capacidad de recojo de la Municipalidad y la participación ciudadana, para lo cual se han establecido programas de:

1) Programa de Gestión de Residuos Sólidos, que incluye los siguientes proyectos:
   - Sistema de Recolección.
   - Reciclaje de la basura con fines de empleo.
   - Planta de transferencias.
   - Modernización de la flota de camiones.
2) Programa de participación de la comunidad en la gestión y vigilancia de la gestión de Residuos sólidos, que incluye los siguientes proyectos:
   - Experiencia piloto participativa.
   - Formación de inspectores municipales de Limpieza.

4.3. Marco Legal de la participación de los involucrados

Respecto al marco legal de la participación del involucrado cabe resaltar que se considera necesario enmarcar desde el punto de vista legal el involucramiento y participación de los actores locales en la formulación de un proyecto, los cuales consideramos se hacen referencia en los siguientes ítems:

➢ La Ley General del Ambiente

En su Título Preliminar señala que: "Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva".

➢ Artículo 12° de la Ley General de Residuos Sólidos

Establece que la gestión de los residuos sólidos de responsabilidad municipal debe ser coordinada y concertada, especialmente en las zonas conurbadas, en armonía con las acciones de las autoridades sectoriales y las políticas de desarrollo regional.

- La Ley Orgánica de Municipalidades

Establece que los gobiernos locales promueven en forma participativa y concertada una adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción para mejorar la calidad de vida de las personas.

- Ley Orgánica de Municipalidades

Establece que los gobiernos locales promueven en forma participativa y concertada una adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral sostenible y armónico de su circunscripción para mejorar la calidad de vida de las personas.

Por lo tanto el proyecto está considerado en los lineamientos de políticas vigentes, asimismo toma en consideración la normatividad técnica - ambiental emitida por las autoridades competentes.

5. IMPACTOS DEL PROYECTO

Dado que el proyecto trata de la recuperación de un botadero que en la actualidad viene causando impactos severos negativos al medio ambiente, todos los trabajos de obra (Etapa de inversión) causaran impactos negativos mínimos y mitigables, los cuales serán a causa principalmente por el movimiento de tierras, la conformación de la capa de soporte entre otros trabajos, impactos que pueden ser mitigables aplicando las medidas correctivas y de prevención, los trabajos de operación y mantenimiento (post inversión) que se lleven a cabo en el área causaran impactos positivos en su mayoría para el medio ambiente y los únicos impactos negativos serian referidos a la salud e higiene ocupacional los cuales aplicando correctamente las medidas de seguridad y salud son reducidos al mínimo. La identificación de impactos permitirá determinar qué actividades del proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima tienen potencial de producir alteraciones en los elementos ambientales de su área de influencia.

La metodología más apropiada se basa en la información ambiental recopilada y en la interrelación causa-efecto en un enfoque de sistemas mediante matrices de impacto ambiental.

5.1. Actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales

A continuación se hace una descripción de las actividades del proyecto que tienen potencial de ocasionar impactos ambientales negativos, si es que no se toman las medidas del caso recomendadas más adelante.

5.1.1. Etapa de Inversión (construcción de obra)

En este acápite analizaremos cada uno de las actividades de construcción para detectar cuáles podrían ser los posibles impactos en el área.

5.1.1.1. Obras preliminares

Los trabajos iniciales de instalación de campamentos, cartel de información, movilización de equipos y todo aquello previo a la construcción de la obra implica un cierto riesgo en el aspecto de seguridad para los trabajadores si es que no se observan las medidas de seguridad pertinentes. Los posibles accidentes de trabajo durante las actividades a realizar pueden ser:

- Atropellos, golpes, vuelcos de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

Para minimizar estos impactos es necesario realizar asignaciones bajo la supervisión de obra de un técnico especialista, además de usar los EPP's adecuados.

5.1.1.2. Movimiento de tierras

Durante las actividades de movimiento de tierras las principales afectaciones pueden ser debido al material particulado en suspensión y al ruido que generan las maquinarias a utilizar que pone en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores y personas que transiten por este lugar. Estos impactos pueden ser:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Desprendimientos de tierras dentro del radio de acción de las máquinas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Caídas del personal desde los frentes de excavación.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

Para minimizar este riesgo se debe de utilizar correctamente los equipos de protección personal y además se debe de aplicar el manual de seguridad y salud.

5.1.1.3. Sellado del área con tierras de la zona

Durante esta actividad se podría exponer a los trabajadores a polvo, gases quemaduras debido al extendido de la capa de sellado para ello los trabajadores deben de estar correctamente uniformados con los equipos de protección personal. Estos riesgos serian:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel (escaleras, plataformas, etc.).
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

5.1.1.4. Construcciones complementarias (vías de acceso, cerco perimétrico)

En esta actividad tendremos que tener en cuenta impactos a la calidad de aire y a la seguridad de los trabajadores:

- Accidentes, atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Suspensión de Partículas
- Ruido puntual y ambiental.
- Golpes por las compactadoras (pisones, rulos).

5.1.1.5. Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados

Las obras constructivas, al igual que la actividad anterior, implican un cierto riesgo en el aspecto de seguridad para los trabajadores si es que no observan las medidas de seguridad pertinentes. Para esta etapa de construcción los posibles impactos pueden ser:

- Exposición a polvos y gases (movimiento de tierras, preparación de concreto, etc.)
- Cortes, golpes y contusiones por diversas causas
- Caídas de material desde los vehículos.
- Caídas al subir o bajar de los camiones.
- Accidentes del personal, por falta de responsable que mande cada maniobra de carga y descarga.
- Ruido causado por las maquinarias.
- Cortes o golpes con herramientas de jardinería.

La probabilidad de accidentes es baja si durante los trabajos de obra se observa las medidas de seguridad que se propongan. En todo caso el posible impacto está circunscrito a los trabajadores de la

obra solamente, siendo reversible o irreversible el daño a ocasionar en función del grado de afectación por el accidente. Si los accidentes ocurriesen, se considera un impacto negativo directo de moderado nivel.

Los vehículos pesados a ser usados en las obras producirán emisiones de gases (NOx, CO, SO2) y partículas; así mismo dichas maquinarias y el uso de herramientas (martillo y comba, cortadora, esmeriles, etc.) producirán emisiones de ruido al ambiente que podrían ser percibidas por las zonas aledañas afectando la fauna local.

Además estos vehículos podrían generar molestias a los peatones y transeúntes que pasen por el lugar para ello se tendrá que tener en cuenta la señalización con carteles y avisos preventivos de seguridad.

Dichas emisiones serán locales de corto alcance, directas, pudiendo causar molestias en los propios trabajadores; aunque temporales y reversibles. Por ello se considera que el impacto negativo será insignificante

Todo ello generará empleo directo (área de influencia indirecta) durante el tiempo de ejecución que dure la etapa obra, produciéndose un impacto positivo en el aspecto socio-económico de la población, que podría incrementarse en la medida que el personal contratado pueda ser de la zona

5.1.2. Etapa de Post Inversión (operación y mantenimiento)

En esta etapa la mayoría de impactos serán positivos para el medio ambiente dado Las medidas que se implementarán para el cierre del botadero estarán enfocadas a limitar lo máximo posible la generación de nuevos agentes contaminantes que pudieran seguir afectando al área del botadero y a conseguir, de esta manera, recuperar dicha área con el paso de los años.

Para la operación y mantenimiento del área serán necesarios la contratación de personal capacitado en disposición final de residuos. Todo ello permitirá la generación de empleo local, lo que implica impactos positivos socioculturales al distrito Chancay. Se desarrollarán las charlas de sensibilización y de capacitación al personal, enfatizando la importancia e interrelación de la protección del ambiente y del estado de la salud. Esta es una parte fundamental ya que se debe concientizar al personal que labore en el relleno sanitario dado que ellos serán los pilares principales para evitar la afectación en el ambiente

En este acápite analizaremos cada uno de las actividades de operación para detectar cuáles podrían ser los posibles impactos.

5.1.2.1. Actividad de monitoreo de Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

En esta etapa los impactos principales serian a la seguridad y salud de los trabajadores y estos son:

- Caídas de Personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.

- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

5.1.2.2. Actividad de monitoreo de Estabilidad de taludes.

En esta etapa los impactos principales serian a la seguridad y salud de los trabajadores y estos son:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Caídas del personal a diferente nivel.
- Caídas del personal al mismo nivel.
- Desprendimiento de los taludes por vibraciones al transitar vehículos.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

5.1.2.3. Actividad de monitoreo de los lixiviados, monitoreo de las aguas de infiltración.

Los efluentes (líquidos lixiviados) generados provienen de residuos confinados, las mismas que serán canalizadas para su adecuado tratamiento (para este caso el lixiviado captado será bombeado a un contenedor y trasladado al nuevo relleno sanitario. El grado del impacto será medio dado que es inevitable la generación de líquidos lixiviados, sin embargo serán correctamente conducidos para el tratamiento y con el tiempo se provee que se deje de producir lixiviado ya que no ingresara más materia ni agua que motive la producción de este.

Al haber canalizado el lixiviado se evitara que este contamine más el suelo y subsuelo del área recuperada, esto generara un impacto positivo para el ambiente.

Lo que si se debe asegurar es que al momento de llevar a cabo monitoreo de lixiviados el personal se encuentre con todos los equipos de protección personal para salvaguardar su seguridad y salud, estos riesgos pueden ser:

- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Contactos eléctricos.
- Inalacion de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del generador electrico y de la electrobomba.

5.1.2.4. Actividad de monitoreo de biogás.

Los impactos que podría tener esta actividad concierne principalmente a la seguridad y salud durante la actividad de monitoreo de biogás:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Incendio del pozo de venteo por acumulacion de gases.
- Inalación de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mal uso del sistema de monitoreo.

5.1.3. Gestión del riesgo climático durante toda la etapa de vida del proyecto

Como mencionamos en el apartado 2.1.13. Riesgos naturales y cambio climático, los riesgos de desastres en la zona del proyecto son muy escasos. Esto se ha concluido a partir de la información recolectada donde se puede verificar que los peligros y consecuencias de desastres naturales son mínimas y solo se reducen a los sismos, dado que el área se ubica en una zona de clima desértico lo que reduce la posibilidad de producirse precipitaciones pluviales intensas, que generan inundaciones, derrumbes y aluviones con arrastre de lodo, las que tendrían muy poco impacto en la zona del proyecto.

5.2. Resumen de los impactos al ambiente identificados

A continuación se describe los principales impactos ambientales del proyecto en cada una de sus etapas:

Tabla 27. Identificación de posibles elementos ambientales afectados

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción del impacto
Etapa de inversión (construcción de obra)	Aire / calidad	En cuanto a la calidad del aire por un lado que se ha considerado el material particulado y la producción de gases resultado del ingreso de vehículos que de forma esporádica ingresarán materiales y herramientas.
	Aire / ruido	El impacto es producido por las obras de movimiento de tierras. El movimiento de maquinaria para realizar los desplazamientos de material causa inevitablemente ruido.

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción del impacto
	Cultural / estilo de vida	Debido a la necesidad de contratar mano de obra esto generara un impacto positivo en el lugar por la creación de puestos de trabajo. Se prevé un impacto negativo bajo debido al tráfico o molestias en el transito normal de los peatones.
	Humano / salud e higiene	Los trabajadores de la obra podrían estar expuestos a riegos propios de la construcción como es el caso de caídas, golpes, tropiezos, cortes, etc. Que podrían poner en riesgo su salud y calidad de vida.
Etapa de post inversión (operación y mantenimiento)	Suelos / calidad de los suelos	Las actividades de recuperación causaran un impacto positivo por la colocación y mantenimiento de la cobertura vegetal, también los residuos al estar adecuadamente confinados dejaran de afectar las capas de suelo.
	Agua / calidad de las aguas subterráneas	Con la construcción de un sistema de recolección de lixiviados se reduce la posibilidad de contaminar aguas subterráneas preservando su calidad.
	Agua / calidad de las aguas superficiales	Con la construcción de un sistema de recolección de aguas pluviales e impermeabilización de la masa de residuos se evita que el agua de lluvia se mezcle con el residuo y sea arrastrado hacia aguas superficiales lo que reduce la posibilidad de contaminarlas y preservando su calidad.
	Aire / calidad	Con la obra totalmente construida y operando se prevé que los gases que antes eran liberados directamente a la atmosfera serán captados y tratados de manera adecuada mejorando la calidad del aire de la zona
	Cultural / estilo de vida	Al recuperar el área del botadero se impacta de manera positiva sobre el estilo de vida de las personas dado que cambia el mal aspecto que tenían del lugar, además la operación y mantenimiento del lugar generara la creación de un puesto de trabajo.
	Cultural / paisaje	Concluida la obra, se recuperara la belleza del entorno, reintegrando la antigua zona del botadero al paisaje preexistente.

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción del impacto
	Humanos / salud e higiene	Cuando la obra de recuperación se encuentre operando, los residuos confinados adecuadamente y tratados los lixiviados y gases, se mejora la calidad de vida y salud de las poblaciones del área de influencia. Los trabajadores del área podrían sufrir accidentes propios de sus labores, tropiezos, cortes, caídas son algunos de los impactos a la salud que podrían tener de no contar con las medidas adecuadas de seguridad.

Fuente: Equipo de Formulación, 2016.

5.2.1. Etapa Inversión (Construcción de obra)

Los variables ambientales identificadas son:

5.2.1.1. Calidad del aire

Se prevé un impacto negativo bajo debido al material particulado y la generación de gases.

5.2.1.2. Ruido

Se prevé un impacto negativo bajo debido al ruido generado por los vehículos y las maquinarias.

5.2.1.3. Estilo de vida

Se prevé un impacto negativo bajo debido al tráfico o molestias en el transito normal de los peatones. Por otro lado la obra generara un impacto positivo medio debido a la creación de puestos de trabajo local.

5.2.1.4. Salud e higiene

Se prevé un impacto negativo medio a la seguridad e higiene de los trabajadores de la obra por riesgos propios de las actividades de construcción.

5.2.2. Etapa Post Inversión (Operación y mantenimiento)

Los variables ambientales identificadas son:

5.2.2.1. Calidad de los suelos

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y adecuadamente tratados los lixiviados dejaran de afectar el suelo.

5.2.2.2. Calidad de las aguas subterráneas

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y adecuadamente tratados los lixiviados se prevendría una posible contaminación las aguas subterráneas.

5.2.2.3. Calidad de las aguas superficiales

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los residuos al estar confinados y con una capa de impermeabilización se prevendría que estos se combinen las aguas superficiales.

5.2.2.4. Calidad del aire

Se prevé un impacto positivo medio debido a que los gases generados por los residuos confinados serán tratados antes de ser expulsados al ambiente.

5.2.2.5. Estilo de vida

La obra generará un impacto positivo alto en la calidad de vida de las personas ya que se dejará de utilizar el botadero para dar pase a la recuperación del entorno.

5.2.2.6. Paisaje

La obra recuperara la belleza paisajística del lugar.

5.2.2.7. Salud e higiene

Al encontrarse los residuos confinados, los lixiviados y gases tratados adecuadamente estos dejaran de afectar a la salud de las personas que viven en el área de influencia del botadero.

Se prevé un impacto negativo bajo a la seguridad e higiene de los trabajadores del área por riesgos propios de las actividades de monitoreo, los cuales son prevenibles si se aplica de manera adecuada el manual de seguridad y salud.

Tabla 28. Identificación de posibles elementos ambientales afectados

Variable ambiental	Aspecto ambiental	Atributo	Impactos Etapa de inversión		Impactos Etapa de post inversión	
			Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
Variables físicas	Suelo	Calidad de los suelos	-	-	M	-
		Disponibilidad del recurso suelo	-	-	-	-
		Geomorfología del suelo	-	-	-	-
	Agua	Calidad de la aguas subterráneas	-	-	M	-
		Calidad de las aguas superficiales	-	-	M	-
	Aire	Calidad del aire	-	B	M	-
		Ruido	-	B	-	-
Variables bióticas	Flora	Cobertura vegetal	-	-	-	-
		Diversidad	-	-	-	-
	Fauna	Diversidad	-	-	-	-
Variable social	Cultural	Estilo de vida	-	B	A	-
		Paisaje	-	-	A	-
	Humanos	Salud e higiene	-	M	A	B

B: Impacto bajo, M: Impacto medio, A: Impacto Alto. El guion (-) significa que no hay afectación del medio.

Fuente: Equipo de Formulación, 2016.

6. PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS

En el presente capítulo se proponen las medidas que se deberán implementar para evitar, reducir y/o mitigar los impactos ambientales negativos identificados en la Tabla 28, del proyecto del Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima – Análisis Ambiental, como objetivos fundamentales de las estrategias propuestas.

En base a la identificación anticipada de los impactos ambientales originados por las actividades del proyecto, se ha establecido un conjunto de recomendaciones que se deben implementar, como por ejemplo el plan de manejo de lixiviados que se ha elaborado para prevenir, reducir y mitigar cualquier peligro causado por el lixiviado.

La Estrategia de Manejo Ambiental resulta en gran medida de la combinación acertada de esta serie de acciones (operacionales y complementarias) a fin de garantizar un adecuado desarrollo del proyecto, sin perjuicio del ambiente y la salud de la población. Los instrumentos de la estrategia que permitan el cumplimiento de los objetivos ambientales del estudio son:

Tabla 29. Medidas de prevención, mitigación y corrección

Etapas	Aspecto ambiental	Descripción de la medida	Plan de prevención, mitigación y corrección
Etapa de inversión (Construcción de obra)	Aire / calidad	Para evitar las partículas en suspensión se recomienda humedecer el terreno previamente a los trabajos de obras preliminares, corte, excavaciones, movimiento de tierras, conformación de capa entre otros.	Manual de seguridad y salud de obra
	Aire / ruido	Los trabajadores deberán contar tapones antiruido, los vehículos pesados deberán contar con silenciadores para reducir la emisión de ruido al entorno. Realizar las actividades en horarios diurnos preferentemente.	Manual de seguridad y salud de obra
	Cultural / estilo de vida	La obra constructiva requerirá mano de obra y servicios de diferente nivel de especialización, para lo cual se dará preferencia al capital humano local distrital y provincial en la medida de lo posible, a través de los medios de comunicación con que se cuente u otros mecanismos de convocatoria disponibles en la zona.	Lineamientos de intervención social / Manual de seguridad y salud de obra / Plan de manejo de Lixiviados

		La circulación dentro y fuera de la obra se realizará por rutas debidamente señalizadas. Se le deberá de explicar mediante talleres informativos a la población sobre el plan de cierre y recuperación de la zona del botadero. Se deberá de implementar un buzón de quejas y sugerencias para que cualquier inquietud, queja o agravio causado por el operador a la población sea resuelta a la brevedad posible por la municipalidad.	
	Humano / salud e higiene	Todo personal que realice trabajos en esta etapa dentro de las instalaciones del proyecto deberá poseer sus implementos de seguridad tales como casco, anteojos protectores, protectores auditivos, botas de seguridad y otros de acuerdo al caso.	Manual de seguridad y salud de obra
Etapa de post inversión (operación y mantenimiento)	Humanos / salud e higiene	En general, el caso de las labores de operación los trabajadores podrían estar expuestos a situaciones de riesgo o sufrir accidentes por: cortes, golpes, contusiones, gases, etc. Para lo cual deben contar con todos sus equipos de protección personal y debidamente capacitados para operar el área recuperada (ver manual de seguridad y salud de operación y mantenimiento).	Manual de seguridad y salud para operación y mantenimiento / Plan de manejo de lixiviados

Fuente: Equipo de Formulación, 2016

Es preciso indicar que el reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM) en el Artículo 8.- Autoridades Municipales menciona "La municipalidad, tanto provincial como distrital, es responsable por la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a éstos originados por otras actividades. Además el articulo 80 indica en el punto 5. Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales: 5.1. Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

Por lo tanto la responsable de aplicar los planes de mitigación planteados será la municipalidad distrital de Chancay. Además:

A partir del año 2014 en el registro del Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF) se ha implementado la ejecución de gasto de la Categoría Presupuestal 0036: Gestión de Integral de Residuos

Sólidos que han usado las fuentes de FONCOMUN, Impuestos Municipales, Recursos Directamente Recaudados y Canon, según se aprecia a continuación:

Tabla 30: Gastos en Gestión Integral de Residuos Sólidos (En soles) – 2014

Concepto	Ingresos	Ejecución	%
Fondo de Compensación Municipal	6,405,056	7,674	0.12%
Impuestos Municipales	3,692,345	22,931	0.62%
Recursos Directamente Recaudados	4,376,713	766,981	17.52%
Canon y Sobre canon, Regalías, Renta de Aduanas y Participaciones	10,991,395	552,287	5.02%

Fuente: Consulta amigable MEF

La tabla anterior, evidencia la posibilidad del uso de la fuente de Canon en actividades para la Gestión Integral de Residuos, por lo tanto en los próximos años se tendrá que programar en el presupuesto anual el monto estimado de operación y mantenimiento con cargo a FONCOMUN, Impuestos Municipales o Canon.

Además se debe de suscribir el convenio donde la municipalidad se compromete en la retención de los recursos para tal fin.

Por tanto la Municipalidad Distrital de Chancay cuenta con los recursos suficientes para hacerse cargo del costo de Operación y Mantenimiento del presente proyecto.

Además el Plan de intervención social (Anexo 2 del presente documento) reforzará la capacidad municipio para realizar el seguimiento a los planes de mitigación con las capacitaciones que recibirán el personal municipal en temas ambientales.

7. PLAN DE MONITOREO

El propósito principal del Programa de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, donde se encuentra incluido el botadero del Punta Grita Lobos es conseguir, en la medida de lo posible, restaurar las áreas que se han visto afectadas por el inadecuado manejo de dichos residuos, ante la inexistencia de una infraestructura adecuada para su disposición.

Una vez resuelto el problema inicial de la falta de la mencionada infraestructura, con la construcción del nuevo relleno sanitario, los residuos se dejarán de depositar en el botadero.

Las medidas que se implementarán para el cierre del botadero estarán enfocadas a limitar lo máximo posible la generación de nuevos agentes contaminantes que pudieran seguir afectando al área del botadero y a conseguir, de esta manera, recuperar dicha área con el paso de los años.

En este documento se establecen las operaciones de control y monitoreo que serán necesarios para garantizar que las medidas correctoras ejecutadas mantienen su eficiencia durante el periodo especificado de post-clausura, estableciendo los parámetros de control para su evaluación.

Estos controles permitirán también evaluar la evolución de la estabilización de la materia orgánica del residuo (principal fuente de generación de agentes contaminantes) así como la potencial afectación de dichos contaminantes al medio. Todos los indicadores que se recojan servirán para mejorar la Norma.

Todos las analíticas descritas en este documento y sus correspondientes muestreos deberán ser realizados por laboratorios acreditados por INDECOPI.

7.1. Estrategia de Monitoreo Ambiental

El horizonte del proyecto se ha establecido en 10 años, por lo que al final del mismo se debería poder establecer si se ha cumplido con el propósito de recuperar el área del botadero. Para ello se debería comparar el grado de contaminación del área del botadero en el momento de la clausura con la situación al final del periodo de 10 años.

Para establecer una línea base en el momento de la fase de Inversión, se realizará un control del aire, suelo y cuerpos de agua durante el expediente siguiendo la metodología establecida en la ECA, para determinar la situación inicial. Al final de los 10 años (horizonte del proyecto) se volverán a realizar de nuevo los análisis para poder determinar el grado de recuperación (total o parcial) del área afectada. Se recomienda hacer otras dos analíticas en el año 3 y el año 5 para determinar la evolución de la recuperación pretendida.

Para todos los casos deben realizarse correlaciones de los resultados obtenidos en las diferentes analíticas, por si hubiera irregularidades, determinar las causas y plantearse modificar la frecuencia o los parámetros a analizar.

Los monitoreos ambientales serán llevados a cabo por una empresa consultora que será contratada por la municipalidad Distrital de Chancay.

7.1.1. ECA Suelos

Para el estudio de calidad del suelo se analizarán todos los parámetros establecidos en la Norma. Aun así, se contempla la exclusión en las analíticas de los años 3, 5 y 10, de aquellos parámetros que pudieran presentar valores por debajo de los LMP y que fueran ajenos a la actividad, siempre que la normativa vigente lo permita.

Estos son el grupo de compuestos orgánicos (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno, Naftaleno, Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10), Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28), Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40), Benzopireno, Bifenilos policlorados, PCB, Aldrin, Endrín, DDT y

Heptacloro), puesto que dichos compuestos no se encuentran en los lixiviados de botaderos, por lo que no es posible que la actividad del botadero pudiera haber provocado su contaminación.

Los parámetros a analizar serán los de la siguiente tabla:

Tabla 31. Monitoreo de suelos

Parámetros	Metodología	Límites Uso / Comercial/ Industrial/ Extractivo
Orgánicos		
Benceno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,03
Tolueno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,37
Etilbenceno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	0,082
Xileno (mg/kg MS)	EPA 8260-B; EPA 8021-B	11
Naftaleno (mg/kg MS)	EPA 8260-B	22
Fracción hidrocarb. (C5-C10 (mg/kg MS)	EPA 8260-B	500
Fracción hidrocarb. (C10-C28) (mg/kg MS)	EPA 8015-M	5000
Fracción hidrocarb. (C28-C40) (mg/kg MS)	EPA 8260-D	6000
Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,7
Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	EPA 8270-D	33
Aldrin (mg/kg MS)	EPA 8270-D	10
Endrín (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,01
DDT (mg/kg MS)	EPA 8270-D	12
Heptacloro (mg/kg MS)	EPA 8270-D	0,01
INORGANICOS		
Cianuro libre (mg/kg MS)	EPA 9013-A/APHA AWWA WEF 4500 CN F	8
Arsénico total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	140
Bario total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	2000
Cadmio total (mg/kg MS	EPA 3050-B EPA 3051	22

Parámetros	Metodología	Límites Uso / Comercial/ Industrial/ Extractivo
Cromo VI (mg/kg MS)	DIN 19734	1,4
Mercurio total (mg/kg MS)	EPA 7471-B	24
Plomo total (mg/kg MS)	EPA 3050-B EPA 3051	1200

Fuente: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para suelos - Decreto Supremo N° 002 - 2013 – MINAM.

Tal como se ha explicado, este análisis se debería realizar en el años 0, el año 3, el año 5 y el año 10. Se tomará un solo punto de muestreo.

7.1.2. ECA aire

Para el estudio de calidad del aire se analizarán todos los parámetros sin excepción, puesto que dichos compuestos pueden encontrarse en el aire, ya sea provenientes de los procesos de descomposición de la materia orgánica, como de la combustión del biogás del botadero.

Así, los parámetros a analizar serán los siguientes:

Tabla 32. Monitoreo de aire

Parámetros	Metodología	Periodo	Valor ug/m^3
Dióxido de azufre (SO2) (µg/m3)	Fluorescencia UV (método automático)	24 horas	80
Benceno (µg/m3)	Cromatografía de gases	Anual	4
Hidrocarburos Tot. (HT) expres. como Hexano (mg/m3)	Ionización de la llama de hidrógeno	24 horas	100
Material Partic. menor a 10 micras (µg/m3)	Separac. inercial /filtración (gravimetría)	Anual	50
		24 horas	150
Material Partic menor a 2,5 micras (µg/m3)	Separac. inercial /filtración (gravimetría)	24 horas	50
Hidrógeno Sulfurado (H2S) (µg/m3)	Fluorescencia UV (método automático)	24 horas	1150

Monóxido de carbono	Infrarrojo no dispersivo (NDIR)	8 horas	10000
		1 hora	30000
Dióxido de Nitrógeno	Quimioluminiscencia	Anual	100
		1 hora	200
Ozono	Fotometría UV	8 horas	120
Plomo	Espectrofotometría de absorción atómica	Anual	0,5
		Mensual	1,5

Fuente: Estándares de calidad Ambiental (ECA) para aire - Decreto Supremo N° 003 - 2008 – MINAM.

Tal como se ha explicado, este análisis se debería realizar en el años 0, el año 3, el año 5 y el año 10. Se tomarán dos puntos de muestreo.

7.1.3. ECA Agua

Para el estudio de calidad del agua se deberían analizarán todos los parámetros sin excepción, puesto que dichos compuestos pueden encontrarse en los cuerpos de agua si el lixiviado llegase a afectarles.

Dado que en durante la fase de ensayos no se han detectado cuerpos de agua que puedan estar afectadas por los residuos depositados en el botadero, no se han considerado su monitoreo.

7.2. Control Post-Clausura

Independientemente del monitoreo ambiental, que es necesario realizar para evidenciar los beneficios de la clausura del botadero, se hace imprescindible realizar periódicamente diferentes controles que permitirán ir supervisando que la alternativa de cierre está funcionando, garantizando que el residuo se va estabilizando y que los contaminantes han dejado de afectar al área del botadero.

7.2.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta final

La causa principal de la rotura o fallos en el sistema de sellado viene provocada por la aparición de asientos diferenciales producidos en la masa de residuos. Por ello es importante realizar el control de los asentamientos producidos, para establecer si son asumibles o no por el sistema de sellado y tomar las medidas correctoras que se estimen oportunas.

Como en el botadero de Chancay no existen columnas de residuo y taludes de media superiores a 5 metros, será suficiente con una inspección visual. Personal capacitado controlará mensualmente el

estado de la cobertura final con el propósito de identificar grietas y áreas descubiertas debido a los asentamientos diferenciales y por la erosión respectivamente.

7.2.2. Estabilidad de taludes.

Las condiciones de un botadero recuperado son muy variables y heterogéneas. Durante la etapa de post clausura, la morfología del botadero puede evolucionar por ejemplo en base a los cambios de peso de los residuos sólidos y la cubierta, la humedad, los cambios en la cohesión de los residuos sólidos por la biodegradación o el cambio del ángulo de reposo de los taludes por los asentamientos diferenciales.

Aunque durante la fase de proyecto se lleva a cabo un estudio detallado de la estabilidad de los taludes, los problemas de estabilidad derivados de las condiciones anteriores son imprevisibles. Estos fallos pueden derivar en problemas de afloramiento de los residuos, accidentes a los operarios etc.

Los taludes construidos en el botadero "Punta Grita Lobos" presentan un coeficiente de seguridad muy alto, lo que unido a la pequeña longitud de dicho taludes (media inferior a los 5 metros) hace innecesario adoptar medidas especiales de identificación de inestabilidades, tales como sistemas de monitoreo a base de los testigos, por lo que serán suficiente inspecciones visuales realizadas por personal capacitado, con el objetivo de identificar los posibles problemas de inestabilidad. La periodicidad de las inspecciones será mensual, con el objetivo de descubrir grietas o posibles indicadores de deslizamientos.

7.2.3. Monitoreo de los lixiviados.

El control de los lixiviados está orientado a hacer el seguimiento, tanto de los parámetros contaminantes, como de aquellos que pueden dan información acerca del proceso de estabilización del residuo.

Los puntos de muestreo de los lixiviados serán la dos de los pozos construidos en el interior del botadero.

Se realizará una analítica completa incluyendo todos los parámetros cada año.

La frecuencia de estas analíticas de seguimiento será anual, debido a que no existen importantes diferencias climatológicas entre las estaciones de verano e invierno.

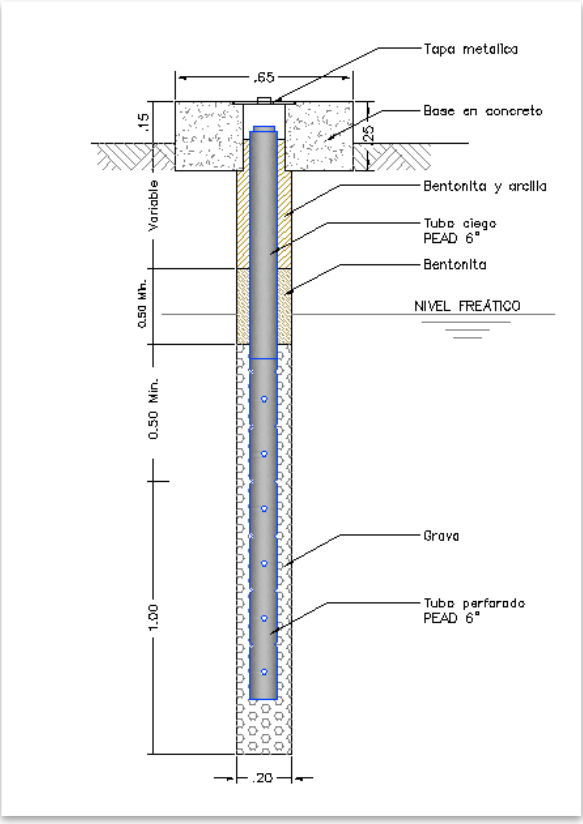
7.2.4. Monitoreo de aguas de infiltración

La supervisión de las aguas es necesaria para detectar cambios en la calidad del agua que pudieran producirse a causa del escape de los lixiviados y de los gases del botadero.

Dado que en durante la fase de ensayos no se han detectado cuerpos de agua que puedan estar afectadas por los residuos depositados en el botadero, no se han considerado su monitoreo. Aun así, dado que en el relleno sanitario se ha previsto la construcción de unos sondeos de control, se considera necesario completar esa red con la construcción de otros dos sondeos en el botadero, situados aguas arriba y aguas abajo del mismo, de forma que en caso de detectarse alguna incidencia en los sondeos del relleno se pudiera verificar si el origen del problema proviniese del botadero. Estos sondeos son iguales a los previstos para el relleno, tanto en el diseño constructivo como en la profundidad

Ese sondeo tiene como misión detectar la posible contaminación que se pudieran detectar en infiltración de las aguas de lluvia.

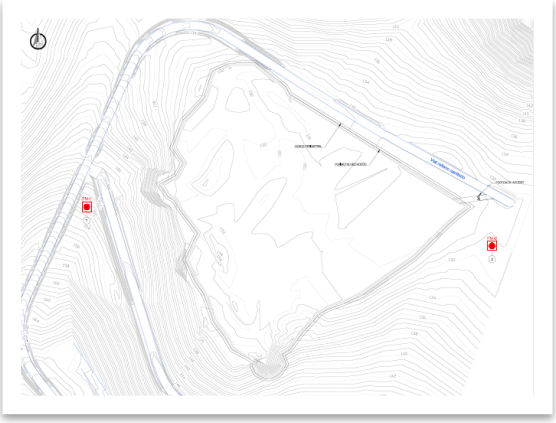
Figura 25. Detalle del sondeo de control



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

La imagen a continuación muestra la localización de los sondeos.

Figura 26. Localización de los sondeos de control



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

Los sondeos son iguales a los previstos para el relleno, tanto en el diseño constructivo como en la profundidad.

En el plan de seguimiento y control se tomarán muestras en los dos sondeos, así como en los dos cuerpos de agua detectados en el botadero.

Se realizará analítica completa en los cuerpos de agua, y una más reducida en los sondeos de control, con los siguientes parámetros: DBO, DQO, pH, conductividad, cloruros, amonio.

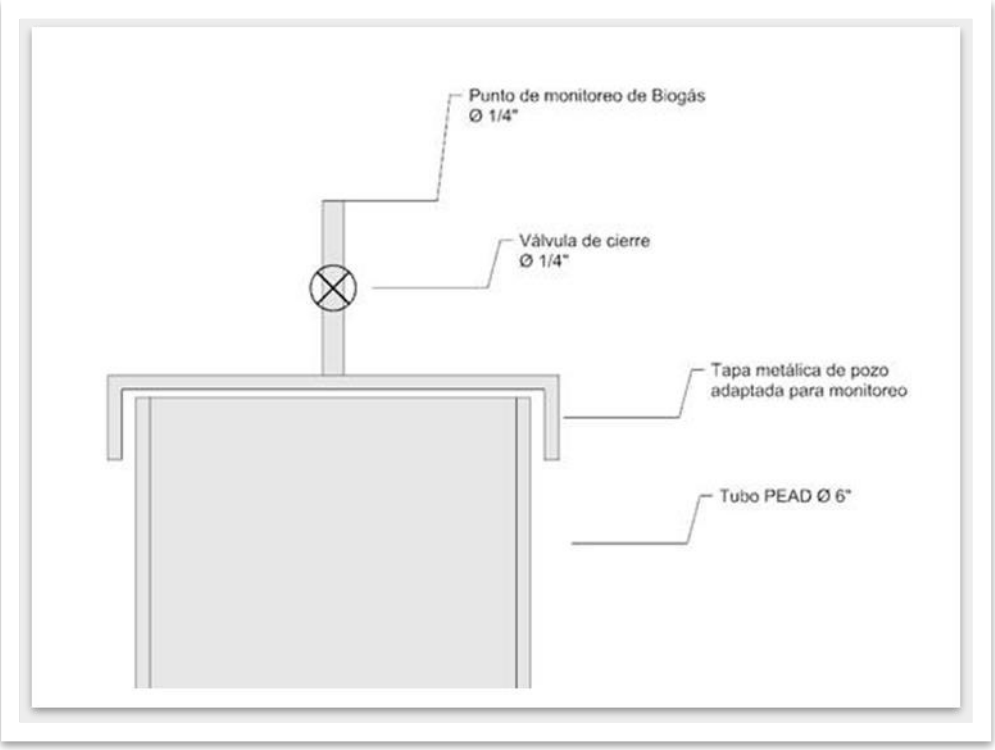
Siguiendo el mismo criterio que para el resto de analíticas de control, la frecuencia será anual, debido a que no existen importantes diferencias climatológicas entre las estaciones de verano e invierno.

7.2.5. MONITOREO DEL BIOGÁS

El monitoreo del biogás está principalmente orientado observar cómo va disminuyendo la concentración de metano (CH4) en éste, consecuencia de la estabilización de la materia orgánica contenida en el residuo depositado en el botadero de la estabilización de la materia orgánica.

A pesar de que se ha estimado que se generará una pequeña cantidad de biogás, se contempla la toma de muestras en dos de las chimeneas construidas para extraer lixiviados, por si fuera posible extraer algo de gas. Para ello se colocarán en esas dos chimeneas un dispositivo que permita la toma de las muestras.

Figura 27. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.3. Frecuencia de monitoreos ambientales

En la siguiente tabla, podemos observar la frecuencia con la cual se deberán de hacer los monitoreos en el área recuperada, estos monitoreos fueron acordados con la Dirección general de calidad ambiental del Ministerio del Ambiente:

Tabla 33. Frecuencia de monitoreos Ambientales

	Años de Operación y Mantenimiento									
ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ECA Suelos			X		X					X
ECA Aire			X		X					X
Analítica Biogás	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Analítica Lixiviados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Analítica aguas de infiltración	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.4. Costos de los monitoreos ambientales

A continuación se presenta una tabla con los costos de monitoreo ambiental para la etapa de operación y mantenimiento:

Tabla 34. Costos de los monitoreos ambientales.

Monitoreo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
ECA Suelos			S/. 12,400.00		S/. 12,400.00					S/. 12,400.00
ECA Aire			S/. 9,400.00		S/. 9,400.00					S/. 9,400.00
Analítica Biogás	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Analítica Lixiviados	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Analítica aguas de infiltración	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
Viáticos	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00
Total	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 35,000.00	S/. 13,200.00	S/. 35,000.00	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 35,000.00

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.5. Manejo de datos – informe de seguimiento y control

Todos los datos que se obtengan de la analíticas deberán ser adecuadamente confirmados y controlados para asegurar que pueden ser utilizados con confianza. Para ellos se archivará el tipo, instalación y localización de los sondeos, piezómetros, se identificarán los equipos utilizados, las muestras y los resultados de los análisis.

Las muestras recogidas pueden verse afectadas por contaminación debido a las suciedad de los equipos, perdidas de constituyentes volátiles por cambios de presión y/o agitación y conservación inadecuada de las muestras. Es necesario que el diseño del muestreo y análisis incluya los procedimientos y técnicas para la recogida de muestras, la conservación de éstas y los procedimientos de análisis. Dado el nivel de capacitación de este tipo de muestreo, se recomiendo que sea realizado directamente por técnicos de las empresas o laboratorios que realizarán las analíticas, pues es personal ya acostumbrado y capacitado para la toma y manejo de muestras con garantía.

Se deberá realizar un informe con cada una de las campañas de muestreos, incluyendo resultados, metodología, equipos, informe del laboratorio y el histórico de los muestreos anteriores, para poder visualizar la evolución de todos los parámetros.

Este informe se deberá remitir a la Dirección General de Calidad Ambiental para su control.

7.6. Final de los monitoreos y controles

Tal y como se ha explicado, el final del monitoreo ambiental del se establece a los 10 años, pues ese ha sido el horizonte que se ha establecido para el Proyecto; ese será el momento en el que se deberá de evaluar los beneficios del proyecto ,valorando la disminución de la contaminación del área afectada durante este periodo.

A pesar de que el horizonte del Proyecto esté establecido a 10 años, se debe recordar que hay la obligación de mantener el programa de operación, mantenimiento y los controles, tanto para verificar la no existencia de contaminantes que puedan afectar al medio así como para obtener indicadores que permitan mejorar la Norma.

Así, mientras haya una evidencia fehaciente de la presencia de lixiviados en las chimeneas, se deben mantener los controles, así como los trabajos de operación y mantenimiento, debido al riesgo potencial de que pueda persistir la contaminación.

8. PARTICIPACIÓN PÚBLICA

8.1. Análisis de involucrados

El distrito de Chancay es uno de los 12 distritos que conforman la provincia de Huaral la cual se ubica en la región Lima, a 65 Km. al norte de la ciudad de Lima Metropolitana.

Es el distrito de Chancay está ubicado en el piso altitudinal llamado Costa o Chala. Sus límites son: por el oeste con el océano Pacífico; por el este con los distritos de Huaral y Aucallama; por el norte con la distrito de Huaura, y por el sur con el ya mencionado distrito de Aucallama.

Entre la ciudad de Chancay y la ciudad de Huaral, se concentran las principales actividades administrativas de servicio y de intercambio del ámbito. Después de Huaral, Chancay es el centro poblado más importante del valle, que concentra la actividad industrial del distrito, sobre todo la derivada de la pesca, y por su ubicación estratégica con respecto a la carretera Panamericana Norte es el punto de llegada de la producción del valle.

Chancay, junto con Huaral, ofrece las mejores oportunidades de empleo. Asimismo, presenta un acelerado crecimiento demográfico. Las expectativas generadas respecto a esta ciudad han producido el incremento del área urbana basándose en la sobreoferta de terrenos y a la ocupación de áreas agrícolas con fines de expansión urbana. Sin embargo, el proceso de urbanización, ha generado la aparición de asentamientos populares, fundamentalmente en terrenos eriazos de bajo costo inicial, en donde se ubica un alto porcentaje de la población de Chancay y donde existe el mayor déficit, en infraestructura básica, servicios y equipamiento urbano.

Para mayor detalle se puede revisar el *anexo 2 (Lineamientos de intervención social)* del presente documento.

8.2. Metodología desarrollada

En la metodología de desarrollo de proyectos en el marco del sistema nacional de proyectos de inversión pública del país, no se pudo ubicar como referencia una metodología específica para proyectos de recuperación de áreas degradas por residuos sólidos; en tal sentido se ha utilizado como referencia la guía para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de servicios de limpieza pública, a nivel de perfil. La citada guía establece la metodología en el módulo 3 y la complementa con el anexo 06, donde también hace una referencia al tipo de informe y su estructura que debe ser presentado como sustento del trabajo realizado.

Explicado ello, el diagnóstico o análisis de los involucrados, tiene por propósito analizar las formas de cómo cada sector de la población, sector de usuarios o zona geográfica del o los centros poblados, se ven afectados por la situación negativa existente y lo manifiesten de una manera participativa y democrática; además, este diagnóstico permite conocer qué sectores de la población son los más afectados con la situación actual, cuáles son sus intereses y niveles de influencia para la solución del problema. Igualmente, analizar a las entidades públicas y/o privadas que podrían apoyar en la ejecución del proyecto y en la posterior operación y mantenimiento.

Para el presente diagnóstico o análisis de involucrados se planifico ejecutar una metodología participativa que consta de los siguientes instrumentos explicados en el siguiente cuadro:

Tabla 35. Análisis de involucrados. Metodología participativa

Instrumento	Propósito
Entrevistas no estructurada a funcionarios municipales	En la primera visita de campo se visitó el área del botadero a clausurar y en las oficinas de la municipalidad se realizó una reunión con los funcionarios a cargo de la disposición final de los residuos sólidos, para recoger información relacionada al proyecto.
Taller de involucrados	Taller convocado por la municipalidad, donde invita a todos los actores involucrados pre identificados; o que podrían tener algún interés con el proyecto, ya sea con el problema o su solución. El taller consta de dos partes una expositiva y otra de trabajo grupal. Su objetivo es entregar información sobre el proyecto y retroalimentar la información con los aportes de los asistentes. Se desarrolló dos trabajos grupales: Identificación de problemas e identificación de involucrados clave.
Encuesta de percepción dirigida a los asistentes al taller	Encuesta estructurada, que recoge la opinión o percepción de las personas asistentes al taller sobre el problema o solución que pretende abordar el proyecto.
Entrevista estructurada a involucrados clave	Dentro de la metodología empleada para realizar un adecuado diagnóstico o análisis de involucrado se consideró la aplicación de entrevistas estructuradas a los involucrados clave identificados en el taller, cuyo propósito principal es la de informarles y conocer la opinión y compromiso que asumirá su institución que se vincula de alguna forma con el proyecto.
Monitoreo de 7 días del botadero	Se consideró monitorear el botadero por siete días para registrar en unos formatos preparados todas las incidencias que ocurrían en el área, que usuarios ingresaban y que actividades realizaban, además de comprobar la existencia de Segregadores y empadronarlos.
Trabajo de gabinete	Luego de la visita en campo se sistematizó la información recopilada y se revisó la documentación existente sobre el proyecto de la fase uno que considera la ejecución de un sistema integral de residuos sólidos.

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.3. Identificación de los involucrados

En el trabajo desarrollado se ha podido identificar a los siguientes involucrados, el cual detallamos en el siguiente cuadro según su tipo de involucramiento con el proyecto.

El análisis desarrollado ha permitido identificar a los involucrados afectados por el problema y su solución, el cual se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 36. Involucrados afectados por el problema

Involucrado	Problema	¿Cómo se identificó el problema?
Gobierno Regional de Lima	Deterioro de la calidad ambiental de su jurisdicción	Se identificó en la revisión de información secundaria
Sector Salud DIRESA Hospital de apoyo de Chancay	Percepción negativa de la población que aduce que hay un Incremento de enfermedades derivadas de la contaminación del ambiente en la Distrito	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Municipalidad Distrital de Chancay	Inadecuado manejo y operación del área de disposición final de los residuos sólidos municipales en su jurisdicción	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Gobernación de Chancay	Inexistencia de una adecuada infraestructura de disposición final de residuos sólidos	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
UGEL Huaral	Desconocimiento de los riesgos ambientales asociados a la inadecuada disposición final de los residuos, insuficiente cultura y educación ambiental	Se identificó en la aplicación de las entrevistas estructuradas a involucrados clave
Población	Disconformidad por el servicio de limpieza pública que brinda la municipalidad y en especial con la existencia del botadero	Se identificó en el taller de involucrados
Segregadores en el botadero	El cierre del botadero descontinuara sus actividades de segregación de residuos en el botadero	Monitoreo de 7 días y empadronamiento de recicladores en el botadero

Fuente: Diagnóstico de impacto social del proyecto

Tabla 37. Involucrados afectados por la solución

Involucrado	Problema	¿Cómo se identificó el problema?
Pobladores colindantes con el área del botadero y con la	Exposición temporal a tráfico de vehículos de maquinaria pesada durante la etapa de clausura del botadero	Se identificó en el taller de involucrados

Involucrado	Problema	¿Cómo se identificó el problema?
vía de acceso (Centro Poblado 4 de Junio)	Exposición temporal a material particulado (polvo), durante la etapa de clausura del botadero, movimiento de tierras	
Segregadores en el botadero	Una vez cerrado el botadero no podrán segrega residuos y afectara su situación económica temporal	Monitoreo de 7 días y empadronamiento de recicladores en el botadero

Fuente: Diagnóstico de impacto social del proyecto

8.4. Identificación de beneficiarios

Los beneficiarios del presente proyecto, es la misma población proyectada al año 2015 por el PIP de mejoramiento y ampliación de la gestión integral de los residuos sólidos municipales del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, (Fase 1).

A continuación se detalla en la siguiente tabla una comparación de beneficiarios del presente proyecto en relación al proyecto de la primera fase.

Tabla 38. Población beneficiaria de la primera fase del proyecto de gestión integral de residuos solidos

Alcance	Tipo de proyecto	Beneficiarios proyectados al año 2015
Población perteneciente al distrito de Chancay	PIP gestión integral de residuos sólidos (fase 1)	63502 (*)
	PIP recuperación de área degradada por residuos sólidos (fase 2)	63502

Fuente: Equipo de Formulación, 2015. (*) Fuente: Cuadro 43. Demanda de la etapa de disposición final del PIP de mejoramiento y ampliación de la gestión integral de los residuos sólidos municipales del distrito de Chancay – Huaral - Lima

8.5. Percepción de los involucrados

Dado que durante el proceso del desarrollo del proyecto es de gran importancia la participación plena de la población y sus autoridades, se ha realizado un estudio social y un proceso de participación ciudadana en la localidad de Chancay, confirmando el interés y prioridad que tienen los actores locales respecto a la problemática de los residuos sólidos.

Para este trabajo de indagar sobre la percepción de los involucrados realizo las siguientes actividades:

A. Taller de involucrados participativo donde asistieron 74 personas y se formaron grupos de trabajo, el cual se desarrolló el 15 de enero del 2015.
B. En el mismo taller durante su desarrollo se aplicó una encuesta a los asistentes de las cuales se tiene 44 encuestados.
C. Posteriormente se desarrolló 9 entrevistas a los involucrados clave locales, considerados en el proyecto.
D. Adicionalmente se realizó un monitoreo del botadero por 7 días, donde se recogió información y opinión de los recicladores en el botadero identificándose a 12 personas.

8.6. Resumen del taller de involucrados

El taller se realizó el 15 de enero del 2015, con una participación de 75 personas en una sola sesión que se dividió en grupos de trabajo, donde se identificó participativamente con los asistentes los problemas asociados con el botadero para luego sistematizarlos e incluirlos en la construcción del árbol de problemas, identificando posibles conflictos y alternativas de solución, además se priorizó la identificación de involucrados clave que pudieron haber sido obviados en la pre identificación realizada.

Tabla 39. Descripción del tipo de participantes en el taller

Grupo	Cantidad
Funcionarios y empleados municipales	21
Regidores	1
Sector salud	3
Representantes de empresas	2
MINAM	1
Representantes de la población y organizaciones vecinales	47
Total De Asistentes	**75**

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 28. Panel fotográfico del taller

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.7. Resumen de la encuesta aplicada en el taller de involucrados

La encuesta fue aplicada el mismo dia del taller de involucrados y se desarrollo con el total de asistentes presentes en ese momento, que tuvo como resultado 44 encuestados. A continuación se presenta un resumen por cada una de las preguntas que se hizo en la encuesta:

- El 57% de los participantes en el taller de involucrados refirió que asistió en representación de una institución local y el 43% lo hizo a título personal. Se entiende que hubo una gran representación de la sociedad civil de la ciudad.
- El 57% de los participantes en el taller de involucrados refirió que asistió en representación de una institución local y el 43% lo hizo a título personal. Se entiende que hubo una gran representación de la sociedad civil de la ciudad.
- El 84% de los asistentes al taller considera que el mejor lugar para disponer los residuos es un relleno sanitario. Ayudo mucho a que durante el desarrollo del taller de involucrados se incidió en las diferencias que hay entre un relleno sanitario y un botadero, además de la importancia de clausurarlo.
- El 52% de los asistentes al taller asocia la existencia del botadero con problemas que afectan a la salud de las personas y también al ambiente.
- Para el 41% de los asistentes al taller, la causa principal por la existencia del botadero se debe a que hay un gran desinterés de la municipalidad, autoridades locales y de la misma población y un 36% solo lo asocia como una falta de recursos en la ciudad.
- El 55% de los asistentes al taller percibe como característica más negativa de un botadero, la descomposición de la basura que puede contaminar el suelo y el agua, pero hay un significativo 30% que aduce que sería la quema de la basura, generación de gases o mucho humo.

- El 95% de los asistentes al taller está a favor del cierre del botadero. Solo un 5% no estaría de acuerdo.
- El 52% de los asistentes al taller considera que el problema debe ser atendido solo por la municipalidad, pero hay un 39% que considera que la responsabilidad de su atención debe ser de la población y sus autoridades. Ello denota un nivel de conciencia colectiva importante sobre la gravedad del problema actual.
- El 55% de los asistentes al taller considera que el área recuperada del botadero no se destine para otros usos, pero un importante 45% considera que si se le debe dar otro uso. Esto amerita trabajar con mayor claridad que otros usos se puede dar aun área clausurada o recuperada por la existencia de residuos sólidos.
- El 82% de los asistentes al taller manifestó estar muy comprometido con la solución; pero un 14% duda en asumir cualquier compromiso. Esta respuesta de los encuestados corrobora que existe un alto nivel de sensibilización frente al problema y que están dispuestos a asumir compromisos.
- El 32% de los asistentes al taller manifestó contribuir con el proyecto apoyando al municipio; pero un significativo un 30% considera estando debidamente informado y difundiendo el proyecto sería su principal compromiso, frente a un 23% que se ofrece como voluntario.

8.8. Resumen de la entrevista involucrados clave

Dentro de la metodologia empleada para realizar un adecaudo diagnóstico o análisis de involucrado se consideró la aplicación de entrevistas estructuradas a los involucrados clave identificados en el taller, cuyo propósito principal es la de informarlos sobre la realización del proyecto; además de conocer su opinión y compromiso que asumiría la institución que representa y que se vincula de alguna forma con el proyecto.

Resultado de las entrevistas:

- Se realizaron 9 entrevistas.
- Hubo 55 respuestas positivas de un total de 63, que favorecen positivamente al proyecto.
- Solo hubo 8 respuestas ofrecidas por los entrevistados que se manifestaron de manera negativa para el proyecto.
- En tal sentido podemos concluir que la corriente de opinión de los líderes de opinión local, es favorable para la realización del proyecto.

8.9. Resumen del monitoreo de 7 días del botadero y encuesta a los recicladores

Como parte de la metodología de diagnóstico se empleó un monitoreo del botadero por siete días, que consistió en registrar en base a un formato las actividades que se realizan en un botadero; además de

empadronar a los recicladores que se identificarán durante ese periodo de tiempo y con la información recopilada determinar el impacto que generaría el proyecto en este aspecto social.

Conclusiones de la encuesta aplicada a los recicladores:

- Se llevó a cabo 12 entrevistas a los recicladores que se encontraban en el lugar de trabajo en 2 días de visita al botadero.
- Del total de personas entrevistadas el 100% de los entrevistados están en desacuerdo con el cierre definitivo del botadero a cielo abierto denominado "Punta Grita Lobos" - Chancay.
- El 75% del total de recicladores piensan que si se cierra el botadero afectaría seriamente su economía personal o familiar ya que más de la mitad de ellos solamente se dedican al reciclaje como actividad principal.
- El 50% de los recicladores encuestados hace mención que vienen laborando en el botadero en un rango promedio de 1 a 4 años, esta labor viene llevándose a cabo en forma diaria por el 59 % del total de recicladores
- Así mismo se puede concluir, de acuerdo a las versiones mencionadas por los actores involucrados directamente es que ellos se dedican a la actividad del reciclaje porque es un trabajo donde no tienen horario de entrada ni salida y que además trabajan los días que ellos desean.

Figura 29. Panel fotográfico de la aplicación de encuestas a recicladores

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.10. Identificación de posibles conflictos

A continuación se presenta un cuadro con la lista de posibles conflictos que puede presentarse en la etapa de inversión, operación y mantenimiento del proyecto y que fueron recogidos por expresión de los

asistentes al taller de involucrados durante el desarrollo de los grupos de trabajo y de las entrevistas estructuradas a los involucrados clave. La atención de esta identificacion esta reseñada inicialmente por la propuesta de Intervención social, que se explica con mayor amplitud en el "Anexo 02", del Plan de Intervención social del presente. A continuación se muestra en las siguientes tablas un listado de los posibles posibles conflictos que pueden presentarse en ambas etapas del desarrollo del proyecto:

Tabla 40. Posibles conflictos en la etapa de inversión

Posible Conflicto	Actores	Mitigación
Oposición al cierre del botadero por ser un ingreso económico para su familia	Segregadores en el botadero, la municipalidad y la empresa que realice la obra	Se prevé un programa de Inclusión social de los recicladores en actividades de formalización y capacitación en habilidades y competencias alternativas.
Expectativa de empleo	Entre pobladores, la municipalidad y la empresa contratista	Promocionar la Contrata de mano de obra local sobre todo al personal de mano de obra no calificada
Percepción sobre cambios en la calidad de la tierra	Entre agricultores colindantes con el botadero, el municipio y la empresa contratista	La Recuperación del Área Degradada mejorara la calidad de las tierras agrícolas del lugar
Malestar por la exposición temporal a tráfico de vehículos de maquinaria pesada que generara material particulado (polvo), sobre todo en el movimiento de tierras durante la etapa de clausura del botadero.	Entre la población cercana o colindante con la vía de acceso al botadero, con el municipio y la empresa contratista	Se contempla el almacenamiento provisional de agua para riego durante el movimiento de tierras para evitar material particulado en el aire durante la etapa de clausura del botadero

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tabla 41. Posibles conflictos en la etapa de operación y mantenimiento

Posible Conflicto	Actores	Mitigación
Percepción de la población que el estado no cumple lo que promete	Entre pobladores y la municipalidad	

Percepción que no se está realizando un buen trabajo y se sigue contaminando	Actividades de supervisión por parte de las entidades involucradas y Beneficiarios

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

8.11. Mecanismos de Participación Ciudadana a desarrollar

8.11.1. Talleres informativos

Se realizara talleres participativos para población con la finalidad de exponer que se viene realizando los estudios técnicos y ambientales en el marco del proyecto para Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima. En este taller informativo asistirán los especialistas sociales del equipo técnico para socializar de forma sucinta que actividades se desarrollarán, además se tendrá que levantar una serie de información primara a través de encuestas, entrevistas y fichas de observación, formatos que se aplicarían a líderes y dirigentes locales, además de algunos pobladores, por tratarse de una zona que se ubica en el área de influencia indirecta del proyecto.

Los comuneros y sus representantes deberán expresar a los especialistas todas las opiniones y comentarios de preocupación e inquietudes por la propuesta de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima. En esta reunión se brindará de correcta y adecuadamente la información en referencia a las características y condiciones del relleno sanitario para evitar generar un escenario de conflicto social además de las percepciones de las diversas comunidades y/o sectores.

8.11.2. Reuniones de información y consulta.

Es necesario organizar reuniones garantizando la participación de las comunidades, con el objetivo de escuchar sus opiniones, expectativas y concertar acciones conjuntas en beneficio del proyecto.

8.11.3. Encuestas de opinión.

Se deberán de realizar encuestas de percepción a la población para poder obtener una serie de datos estadísticos los cuales nos servirán como indicadores de resultados obtenidos a causa de los talleres y reuniones realizadas.

8.11.4. Entrevistas de percepción y observación directa.

Esto proporcionara una serie de datos (insumos) cualitativos que nos permite una aproximación al contexto social y reconocer algunas particularidades la información que se facilite debe ser interpretada en su contexto y requiere ser validada para ser representativa.

8.11.5. Acceso de la población a resúmenes ejecutivos y al contenido del análisis ambiental.

Las Autoridades locales, líderes, dirigentes y personas interesadas en el proyecto deben poder acceder a resúmenes ejecutivos, estudios y contenidos; es cierto que puede haber información sólo de uso y conocimiento interno, pero cuando se trata de datos de contexto socio-ambiental los contenidos deben ser públicos y de fácil acceso. Poner trabas o volver engorroso este proceso resta credibilidad a toda gestión, liderazgo y posicionamiento institucional, condiciones que son indispensables para llevar adelante un proyecto para el manejo integral de residuos sólidos, que de por sí genera desconfianza en la población por el temor de contaminación ambiental.

8.11.6. Buzón de sugerencias, quejas, reclamos o agravios.

Se deberá de implementar un Sistema de Atención de Solicitudes, Quejas, Reclamos, y Sugerencias del proyecto, cuya finalidad es dar atención y respuesta oportuna a las demandas de información o reclamos de los actores sociales para una gestión transparente, incorporación de cambios o modificaciones para una mejor implementación de la propuesta, y sobre todo la prevención de conflictos.

Este procedimiento de quejas y reclamos es una gran oportunidad para la prevención de conflictos sociales, anticipar posibles escenarios de confrontación entre los gestores de un proyecto y actores locales, llámese comunidades; pues siempre habrá un choque de ideas e intereses particulares, lo que no quiere decir que una de las partes es intransigente o busca un resultado de "ganar-ganar" como parte de toda negociación.

Lo que ocurre es que cada grupo social tiene una opinión que emitir y muchas veces no encuentra los espacios de participación ciudadana donde argumentar un cuestionamiento o simplemente solicitar una aclaración respecto a una iniciativa de desarrollo, que ciertamente presenta un mayor nivel de resistencia cuando se trata de una obra de estructura, básicamente por el tema medio ambiental.

Es importante asegurar que toda solicitud presentada emita una respuesta al ciudadano en el plazo más breve, tal vez el reclamo o queja no proceda para cambiar un ítem de la propuesta, pero lo mínimo que se debe hacer son explicar las razones que argumentan un punto o criterio del proyecto, citar algunos ejemplos y experiencias exitosas, y mostrar escenarios con y sin un manejo integral de residuos sólidos.

Por otra parte, un buzón de Información y Recepción de Consulta permanente es un medio útil para conocer la percepción de los actores sociales involucrados; no obstante, este mecanismo de atención al ciudadano debe posicionarse como un espacio al servicio de aquellos que normalmente no pueden

ejercer su derecho a la libre opinión. Tal vez esta opinión no se base en criterios técnicos o ambientales, pero tal vez se trate de un cuestionamiento fundado en experiencias pasadas y acuerdos no cumplidos, que nos pueden dar indicios de un contexto social algo reticente por una gestión anterior poco comunicativa, dialogante y concertadora.

8.11.7. Visitas guiadas al área de instalaciones del proyecto.

Esta iniciativa es muy importante, organizar visitas guiadas a las instalaciones del proyecto permitirá demostrar, como se dice, en vivo y en directo, que se vienen cumpliendo todos los criterios técnicos y ambientales que se anunciaron durante la fase previa a la implementación del proyecto.

Será necesario que se programen estas visitas una vez que ya se este operando el area recuperada, primero para demostrar que lo dicho durante las fases previas era cierto, no se está incumpliendo algún criterio de seguridad, y la protección del medio ambiente es de interés primordial; y segundo, que se pueden organizar pasantías para que representantes de otras regiones interesados en esta tecnología conozcan una experiencia exitosa, la comenten y sobre todo se convenzan que la recuperación de areas degradadas, es primordial en nuestro pais por la cantidad de botaderos que se tienen en el pais.

8.11.8. Monitoreo participativo.

Ya se tuvo una primera experiencia de monitoreo participativo durante los estudios de campo en Pozuzo, allí se dijo que era importante continuar con estas iniciativas y convocar a un mayor número de representantes comunales, para que puedan dar testimonio que las acciones realizadas cumplen una serie de medias técnicas para los muestreos de aire, ruido y agua.

En este sentido, como resulta poco didáctico que estos monitoreos basales se hagan frente a un grupo demasiado numeroso, porque se pierde la explicación y hace difícil que todos puedan ver de cerca la metodología para la toma de muestras; la opción es que se formen Comités de Vigilancia Ciudadana, que cada cierto tiempo soliciten a los operadores del proyecto que cuando se realicen monitoreos y demás estudios que determinen que se han reducido los niveles de contaminación ambiental, con el objetivo de demostrar el estado previo y posterior al funcionamiento del area recuperada.

Estos comités de vigilancia serán los ojos y oídos de las comunidades que viven adyacentes al terreno, siempre que lo soliciten y previa coordinación, se les debe convocar para que participen de toda actividad orientada a garantizar el cumplimiento de estándares ambientales, facilitándoles de manera oportuna los resultados de cualquier muestreo que se haga, a través de los medios más adecuados para que la información proporcionada sea de fácil entendimiento para aquellos que no son profesionales o conocedores del tema

9. SEGURIDAD Y SALUD

Para la etapa de inversión y la etapa de operación y mantenimiento del proyecto de "Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima – Análisis Ambiental", hemos definido un manual de seguridad y salud (Ver anexo 1) donde se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para mitigarlos, reducirlos o eliminarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la obra, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de obra descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito en los manuales de seguridad y salud, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Conclusiones

- Se ha ubicado y localizado de manera adecuada el espacio geográfico donde se desarrollara el proyecto esto nos sirvió para determinar las características físicas y biológicas del medio y del área de influencia, se ha identificado a la población del área de influencia del proyecto, sus características económicas sociales y culturales toda esta información nos sirvió para evaluar cuáles serán los posibles impactos negativos y positivos del proyecto a ejecutar.

- Se ha identificado el marco legal y regulatorio del proyecto a ejecutarse esto nos sirve para determinar cuáles son las responsabilidades, obligaciones deberes y derechos de los entes involucrados (autoridades nacionales, locales y población).

- Se han reconocido los impactos positivos y negativas del proyecto en todas sus etapas podemos llegar a concluir que los impactos negativos más importantes al ambiente durante toda la etapa de vida del proyecto solo afectaran a la calidad del aire (partículas en suspensión, gases y ruidos), un cambio en el estilo de vida por el tráfico o molestias en el transito normal de los peatones, por otro lado la obra generara un impacto positivo medio debido a la creación de

puestos de trabajo local, y a la seguridad e higiene de los trabajadores de obra y operación por riesgos propios de las actividades de construcción y monitoreo del área recuperada.

- Se puede concluir que los impactos positivos de esta obra a largo plazo sobresalen sobre cualquier impacto negativo de corto plazo (obra u operación) que pudiera generar esta misma, sobre todo, porque tenemos que recordar que la obra trata de la recuperación de un área degradada por residuos sólidos la cual su objetivo final es generar un estado de resiliencia del medio afectado por residuos sólidos. Impactos positivos como: Mejora de la calidad de los suelos, prevención de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, mejora de la calidad del aire, recuperación de la belleza paisajística del lugar, los residuos confinados dejaran de afectar a la salud de las personas que viven en el área de influencia del botadero además mejorara la calidad de vida de los pobladores circundantes al área.

- Se han definidos los medidas de mitigación de las posibles impactos negativos generados por la obra resulta en gran medida abarca de la combinación acertada de una serie de acciones (operacionales y complementarias) a fin de garantizar un adecuado desarrollo del proyecto, sin perjuicio del ambiente y la salud de la población.

10.2. Recomendaciones

- Las medidas de mitigación de impactos propuestas deben ser cumplidas de carácter obligatorio para poder reducir, o eliminar cualquier impacto negativo posible de la obra a ejecutar, además En cualquier caso, todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a involucrados en el proyecto.
- Se recomienda la realización de talleres con todos los entes involucrados para difundir el presente informe de análisis ambiental y que se haga de conocimiento público para que la gente sepa de los beneficios para la población y el medio ambiente que del presente proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima.

11. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PUNTA GRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, REGIÓN LIMA

Documento: MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD – ETAPA DE INVERSION

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 15 de Marzo del 2016

Tabla de Contenido

1. Objetivo del Manual de Seguridad y Salud 6

2. Marco legal y normativo 6

3. Descripción de la obra 7

3.1. Unidades constructivas 8

3.1.1. Obras preliminares 8

3.1.2. Movimiento de tierras. 8

3.1.3. Sellado del área con tierras de la zona. 8

3.1.4. Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico. 8

3.1.5. Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados. 8

3.2. Plazo de ejecución de la obra. 9

4. Estudio de riesgo y medidas preventivas 9

4.1. Riesgo y medidas preventivas en Obras preliminares. 9

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Movimiento de tierras. 10

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Sellado del área con tierras de la zona. 11

4.4. Riesgo y medidas preventivas en Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico 12

4.5. Riesgo y medidas preventivas en Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados. 12

4.6. Riesgo y medidas preventivas en Maquinarias 13

4.7. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas 16

5. Equipos de protección personal (EPP) 16

6. Protecciones colectivas 18

6.1. Señales de seguridad: 18

6.2. Señales normalizadas de tráfico, paneles direccionales, , conos, balizas luminosas: 19

6.3. Cinta de seguridad: 19

6.4. Brigada de Seguridad: 19

6.5. Plataformas de trabajo: 19

6.6. Extintores: 19

7. Formación y medicina preventiva. 19

7.1. Formación e Información. 19

7.2. Medicina Preventiva 19

7.2.1. Botiquines 19

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios 20

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado 21

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado 21

8. Disposiciones mínimas generales para disminuir los riesgos en el predio. 24

8.1. Estabilidad y solidez 25

8.2. Instalaciones de suministro y reparto de energía 25

8.3. Vías y salidas de emergencia 25

8.4. Detección y lucha contra incendios 26

8.5. Ventilación 26

8.6. Exposición a riesgos particulares 26

8.7. Temperatura 27

8.8. Iluminación 27

8.9. Puertas y portones 27

8.10. Vías de circulación y zonas peligrosas 28

8.11. Muelles y rampas de carga 28

8.12. Espacio de trabajo 28

8.13. Primeros auxilios 28

8.14. Servicios higiénicos 29

8.15. Locales de descanso o de alojamiento 29

8.16. Disposiciones varias 29

9. Conclusiones 30

10. anexos 31

1. OBJETIVO DEL MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente manual de "Seguridad y salud" tiene por objetivo establecer, durante la etapa de inversión (construcción de obra) las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones y equipos preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

2. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

A nivel nacional contamos con la "LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO" ley N° 29783, dada en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil once por el Presidente Constitucional de la República Ollanta Humala Tasso dicha ley se encuentra reglamentada por el decreto supremo Nº 005-2012-TR.

Ley cuyos principios son:

I. PRINCIPIO DE PREVENCIÓN

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

II. PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia de el, conforme a las normas vigentes.

III. PRINCIPIO DE COOPERACIÓN

El Estado, los empleadores y los trabajadores, y sus organizaciones sindicales establecen mecanismos que garanticen una permanente colaboración y coordinación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

IV. PRINCIPIO DE INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Las organizaciones sindicales y los trabajadores reciben del empleador una oportuna y adecuada información y capacitación preventiva en la tarea a desarrollar, con énfasis en lo potencialmente riesgoso para la vida y salud de los trabajadores y su familia.

V. PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRAL

Todo empleador promueve e integra la gestión de la seguridad y salud en el trabajo a la gestión general de la empresa.

VI. PRINCIPIO DE ATENCIÓN INTEGRAL DE LA SALUD

Los trabajadores que sufran algún accidente de trabajo o enfermedad ocupacional tienen derecho a las prestaciones de salud necesarias y suficientes hasta su recuperación y rehabilitación, procurando su reinserción laboral.

VII. PRINCIPIO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

El Estado promueve mecanismos de consulta y participación de las organizaciones de empleadores y trabajadores más representativos y de los actores sociales para la adopción de mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo.

VIII. PRINCIPIO DE PRIMACÍA DE LA REALIDAD

Los empleadores, los trabajadores y los representantes de ambos, y demás entidades públicas y privadas responsables del cumplimiento de la legislación en seguridad y salud en el trabajo brindan información completa y veraz sobre la materia. De existir discrepancia entre el soporte documental y la realidad, las autoridades optan por lo constatado en la realidad.

IX. PRINCIPIO DE PROTECCIÓN

Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas que les garanticen un estado de vida saludable, física, mental y socialmente, en forma continua. Dichas condiciones deben propender a: a) Que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro y saludable. b) Que las condiciones de trabajo sean compatibles con el bienestar y la dignidad de los trabajadores y ofrezcan posibilidades reales para el logro de los objetivos personales de los trabajadores.

A nivel internacional se tiene por la norma OHSAS 18001 es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar, evaluar, administrar y gestionar la salud ocupacional y los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. El manejo de riesgos antes que un gasto es una inversión.la OHSAS 18001 requiere que las empresas se comprometan a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con sus actividades, así como a mejorar de forma continuada como parte del ciclo de gestión normal. La norma se basa en el conocido ciclo de sistemas de gestión de planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) y utiliza un lenguaje y una terminología familiar propia de los sistemas de gestión.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Las obras objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consisten en la ejecución de la Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima.

3.1. Unidades constructivas

3.1.1. Obras preliminares

Los trabajos de clausura del botadero "Punta Grita Lobos" considera la limpieza de todo el contorno del botadero, incluyendo los residuos dispersos por acción del viento, este paso incluye el retiro de vegetación tanto arbustiva como arbórea en las áreas a trabajar, para evitar que las plantas pudieran dañar causar algun tipo de accidente liberando el área de trabajo.

También se delimitara el área a trabajar, colocación de cartel de obra, instalación de la caseta de campamento/guardianía, traslado de maquinaria pesada a usar en la construcción de la obra, aprovisionamiento del agua y manejo de aguas residuales mediante uso de baños portátiles.

3.1.2. Movimiento de tierras.

Se realizara cortes y relleno de tierras para establecer la configuración del área a recuperar, para ello se tomara en cuenta los taludes determinados en el estudio de estabilización de taludes.

3.1.3. Sellado del área con tierras de la zona.

Capa de cobertura conformada por tierras de lugar el cual servira para que los residuos queden totalmente aislados y cumple con los criterios de diseño, igualmente permite que el botadero quede integrado en el medio si causar impactos relevantes ni visuales ni medioambientales.

3.1.4. Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico.

Vía de acceso al área recuperada La adecuación del acceso requiere los siguientes movimientos de tierras.

- Terraplenado y regularización del terreno: 157 m^3

Cerco perimetral y puerta de acceso: El recinto se cerrará por un cerco de altura mínima de 1,8. El cerco perimetral aislará la superficie restaurada del resto de infraestructuras adyacentes, limitando el acceso de cualquier persona no autorizada, al igual que impedirá el acceso de animales y vehículos que puedan dañar las infraestructuras construidas.

3.1.5. Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados.

Puesto que el lixiviado tiende a concentrarse en la zona central del botadero, se construirán 8 pozos en configuración de rejilla, con una distribución que asegure la mayor cobertura posible del botadero. Estos

pozos tendrán una profundidad de 17 metros, determinada por la presencia de flujo de lixiviado descrita en el estudio geofísico anexo (la profundidad de los lixiviados es regular en toda el área). Creando un gradiente de presión negativo, el lixiviado acumulado fluirá gradualmente hacia los pozos construidos permitiendo su extracción mediante bombeo.

3.2. Plazo de ejecución de la obra.

El plazo de ejecución de la obra es de 4 meses.

4. ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Reconoceremos los riesgos que pueden existir en cada una de las actividades de la obra y también determinaremos qué medidas se pueden tomar para prevenir cualquier accidente.

4.1. Riesgo y medidas preventivas en Obras preliminares.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Atropellos, golpes, vuelcos de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspension de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio de la explanación con el fin de describir accidentes importantes del suelo, objetos, etc. que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.
- Los árboles, de existir e interferir los trabajos, deben ser talados mediante moto-sierras. Una vez talados, mediante anclajes al escarificador, se puede proceder sin riesgo al arranque de la raiz, que deberá realizarse a marcha lenta para evitar el "tirón" y la proyección de objetos al cesar la resistencia.
- La maleza debe eliminarse mediante una hoz o siega y se evitará la quema de maleza.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar antes durante y despues de la excavación.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

- Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a los bordes de excavación.
- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, o ripios todos los charcos de lodo, baches o huecos a causas de la circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Movimiento de tierras.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Desprendimientos de tierras dentro del radio de acción de las máquinas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Caídas del personal desde los frentes de excavación.
- Inundaciones.
- Emanación de gases nocivos, ó tóxicos.
- Vuelco de la coronación de los taludes por sobrecarga.
- Vuelco de la coronación de los taludes por vibraciones al transitar próximos vehículos o máquinas.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se protegerá con cinta de seguridad los bordes de la excavación, ubicándolas a un mínimo de 1 m. del corte superior.
- No se producirán cargas ni sobrecargas en el espacio de 2 m. medido desde el borde de corte superior hacia el terreno para evitar deslizamientos o vuelcos de los taludes.
- El frente y paramentos laterales de cada excavación serán inspeccionados como mínimo dos veces durante la jornada por el responsable de Obra o Encargado General, quienes al notar deficiencias en el terreno deberan de comunicarlo. En caso de urgencia adoptarán los medios de protección (apuntalamiento o entibación) necesarios.
- Las entibaciones urgentes se ejecutarán siguiendo la directriz expresa de la Dirección de Obra; el Jefe de Obra, en caso de evidente necesidad o ausencia de ésta; pondrán en práctica la solución adoptada, una vez conocidos los hechos que la originaron.
- Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un riesgo, pese a la realización de apuntalamientos y entibaciones. Redes tensas sobres los

taludes actuarán perfectamente con este fin, al retener embolsando los desprendimientos de primera fase; actuarán como avisadores.

- Se prohíbe que circule personal dentro del radio de acción de las maquinas de excavación siempre que estén en funcionamiento.
- El acceso de los vehículos y personas al fondo de la excavación no será el mismo. Si por necesidad de operatividad no se pudiese hacer independiente, el de personal se protegerá con una valla y señalización de peligro, atendiéndose con mayor cuidado el estado de taludes y suelo.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Sellado del área con tierras de la zona.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel (escaleras, plataformas, etc.).
- Generación excesiva de polvo.
- Proyección de partículas durante el trabajo.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Atropellos, golpes, vuelcos por incorrectas maniobras.
- Ruido.
- Emanación de gases nocivos, o tóxicos.

b. Normas o medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Durante los trabajos en altura no deben encontrarse otros operarios a niveles inferiores.
- Se prohíbe que circule personal dentro del radio de acción de las maquinas de excavación siempre que estén en funcionamiento.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.

4.4. Riesgo y medidas preventivas en Construcciones complementarias: Vía de acceso, cerco perimétrico.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Heridas en extremidades por los tubos o vigueta de madera.
- Desplome de cortes, taludes o paramentos de las zanjas.
- Golpes por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre materiales.
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos o encharcados.
- Sobreesfuerzos por manejo de materiales y herramientas.
- Atrapamiento entre objetos.

b. Normas y medidas preventivas:

- Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno lo suficiente como para obtener una buena resistencia. No se mezclaran los diámetros en los acopios..
- La presentación de tramos de tuberías en la coronación de las zanjas se efectuará a no menos de 2 m. de borde superior. En todo momento, permanecerán calzadas para evitar que puedan rodar
- Concluida la conexión de los tramos se procederá al cierre de la zanja por motivos de seguridad, enrasando tierras. Se dejarán las cotas necesarias para comprobar la estanqueidad de las conexiones que en todo momento, permanecerán rodeadas por cinta de seguridad.
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.

4.5. Riesgo y medidas preventivas en Construcción de sistema de evacuación y gestión de lixiviados.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Heridas en extremidades por los tubos.
- Desplome de cortes, taludes de las zanjas.
- Golpes por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre materiales.
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos o encharcados.
- Sobreesfuerzos por manejo de materiales y herramientas.

- Atrapamiento entre objetos.

b. Normas y medidas preventivas:

- Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno lo suficiente como para obtener una buena resistencia. No se mezclaran los diámetros en los acopios..
- La presentación de tramos de tuberías en la coronación de las zanjas se efectuará a no menos de 2 m. de borde superior. En todo momento, permanecerán calzadas para evitar que puedan rodar.
- Concluida la conexión de los tramos se procederá al cierre de la zanja por motivos de seguridad, enrasando tierras. Se dejarán las cotas necesarias para comprobar la estanqueidad de las conexiones que en todo momento, permanecerán rodeadas por cinta de seguridad.
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.

4.6. Riesgo y medidas preventivas en Maquinarias

a. Riesgos detectables más comunes:

- Contactos con la energía eléctrica.
- Golpes por objetos o elementos de las máquinas.
- Atrapamiento entre objetos o por elemento de las máquinas.
- Formación de atmósferas tóxicas.
- Colisión entre vehículos.
- Atropello de personal por vehículos.
- Caída de vehículos por:
  - Cortes del terreno.
  - Rampas
  - Terraplenes.
- Explosión por trasiego de combustible.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Interferencias con conducciones subterráneas.
- Sobreesfuerzos, (mantenimiento)
- Ruido.
- Vibraciones.

b. Normas o medidas preventivas:

Camión Volquete, camión plataforma, camion semi trailer:

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas del predio lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del Código de Circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa de acceso el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante la carga se permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y debajo del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar estas maniobras.
- Si se descarga material en las proximidades de la zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro, garantizado ésta mediante topes.

Retroexcavadora, excavadora, tractor oruga:

- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada se prolonga, se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al predio, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.
- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

Rodillo liso vibratorio autopropulsado

- Deben utilizarse prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad y certificación.
- Se recomienda que el rodillo esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o cirena.
- Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.

- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específica y el manual instrucciones correspondiente.
- Garantizar en cualquier momento la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del compactador responden
- correctamente y están en perfecto estado: frenos, faros, intermitentes, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Girar el asiento en función del sentido de la marcha cuando el compactador lo permita.
- Asegurar la máxima visibilidad del compactador limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar del compactador únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al compactador.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugaresvisibles.
- Verificar la existencia de un extintor en el compactador.
- Verificar que la altura máxima del compactador es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios o similares.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Equipo de soldadura

- Revisar las conexiones de los cables a la maquina, positivo (pinza) y negativo (masa), tienen que estar bien ajustados en sus tomas.
- La toma de corriente para la máquina de soldar debe de estar en buenas condiciones (no tener los cables pelados).
- La zona de trabajo debe estar limpia y ordenada de esta manera evitaremos incendios por las chispas y accidentes por objetos que puedan hacernos tropezar, torceduras, etc.
- Buena ventilación para que no se acumulen los gases producidos por la soldadura.
- Tener un extintor y/o un cubo de agua o/y arena cerca por si surge un pequeño incendio, piensa que cuando estas con la careta de soldar no ves tú entorno, y es muy fácil que algo salga ardiendo. Más vale prevenir.

4.7. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas

a. Riesgos:

Derivan tanto por la circulación de los vehículos de transporte por carreteras públicas y en las intersecciones con éstas, como por la circulación de personal ajenas a la obra por su zona de influencia.

b. Medidas preventivas:

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, los puntos de salida y entrada de vehículos de obra a las carreteras y caminos, "tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se señalizará la existencia de zanjas abiertas, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

Se extremará la señalización global de obra mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

Se dispondrán cintas de seguridad y protección, carteles indicativos en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, acopio, maquinaria, instalaciones, etc., cuando estuvieran situadas en pasos de peatones o vehículos.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Estos se pueden definir como un conjunto de elementos y dispositivos diseñados para proteger las partes del cuerpo que se encuentran expuestos a riesgos durante el ejercicio de una labor. Los equipos basicos de proteccion para cualquier trabajador de la obra se mencionan a continuación.

- Casco de seguridad:

Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

- Pantalla de seguridad para soldadura:

Se empleará en los trabajos de soldadura.

- Gafas anti-impactos:

Para trabajos con posible proyección de partícula.

- Gafas anti-polvo:

Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- Mascarilla de papel autofiltrante:

Se utilizará usando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Será desechable de un solo uso.

- Tapón antirruido:

En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Será desechable de un solo uso por razones higiénicas.

- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

Para todos los trabajos con riesgos de caída de altura será de uso obligatorio.

- Cinturón antivibratorio:

Para conductores de rodillo vibrador y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen Martillos Rompedores.

- Mameluco de trabajo:

Para todo tipo de trabajo a realizar en la obra. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo aplicable.

- Traje impermeable:

Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

- Guantes de goma:

Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

- Guantes de cuero:

Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.

- Guantes aislantes de la electricidad:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- Guantes para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Manguitos para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Polainas para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Mandil de cuero:

Para los trabajos de martillos neumáticos y de soldadura.

- Botas impermeables al agua y a la humedad:

Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

- Botas de seguridad:

En todo trabajo en que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

- Botas aislantes de la electricidad:

Para uso de los electricistas.

- Chaleco reflectante:

Se empleará por todo el personal que trabaje en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

6. PROTECCIONES COLECTIVAS

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, según la siguiente descripción:

6.1. Señales de seguridad:

Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

6.2. Señales normalizadas de tráfico, paneles direccionales, , conos, balizas luminosas:

Para organización del tráfico como consecuencia de la afectación de las obras a vías de circulación abiertas al tráfico y para la organización interna de obra.

6.3. Cinta de seguridad:

Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

6.4. Brigada de Seguridad:

Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

6.5. Plataformas de trabajo:

Se dispondrá en elementos auxiliares para trabajos a nivel respecto al suelo o punto de apoyo.

6.6. Extintores:

Se dispondrán como sistema de protección contra incendios.

7. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA.

7.1. Formación e Información.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

7.2. Medicina Preventiva

7.2.1. Botiquines

Se dispondrá de botiquines conteniendo el material especificado en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Se revisará periódicamente, reponiendo inmediatamente el material consumido.

El contenido botiquín será como mínimo:

- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo de diferentes tamaños.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tiras de sutura por aproximación.
- Gasas estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Desinfectante.
- Pomada antihistamínica para picaduras.
- Pomada antiinflamatoria.
- Paracetamol.
- Ácido acetilsalicílico.
- Guantes desechables .
- Tijeras.
- Pinzas.
- Banda elástica para torniquetes.
- Manta.

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Se informará en obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible" de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Consideramos como primeros auxilios aquellas actuaciones y técnicas que permiten la atención inmediata del accidentado de forma rápida y adecuada hasta la llegada de equipo asistencial sanitario, con objeto de no agravar las lesiones producidas.

Ante una situación de emergencia y la necesidad de socorrer a un accidentado establecemos las siguientes consideraciones:

- Conservar la calma.
- Evitar aglomeraciones.
- Dominar la situación.

- No mover al accidentado hasta que no se haya hecho una valoración primaria de su situación.
- Examinar al accidentado (signos vitales: conciencia, respiración, pulso, hemorragias, fracturas, heridas) para determinar aquellas situaciones que pongan en peligro su vida, de igual forma se indicará telefónicamente una descripción de la situación del herido con objeto de que las dotaciones sanitarias sean las necesarias (ambulancia de transporte, móvil).
- Si está consciente tranquilizar al accidentado.
- Mantener al accidentado caliente
- No dar nunca medicación.

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado

Una vez activado el sistema de emergencia y a la hora de socorrer establecemos un método único que permita identificar las situaciones vitales o de emergencia médica, para ello siempre seguiremos este orden:

- Verificación de signos vitales: conciencia, respiración, pulso, con objeto de atenderlas lo más rápidamente posible, pues son las que pueden esperar la llegada del equipo médico y ponen en peligro la vida del accidentado.
- Ante una emergencia médica como es una parada cardio-respiratoria, es decir, cuando el accidentado sufre una interrupción brusca e inesperada y potencialmente reversible de su respiración y circulación espontánea, utilizaremos técnicas de reanimación: respiración artificial (boca-boca) si no respira y masaje cardiaco si no tiene latido.
- Ante un herido inconsciente con respiración y pulso se le colocará en posición lateral de seguridad.

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado

Una vez que hayamos hecho la valoración primaria de la víctima y se haya comprobado que mantiene las constantes vitales (conciencia, respiración, pulso) examinaremos buscando lesiones que pudieran agravar, posteriormente, el estado general del accidentado.

Tendremos en cuenta por tanto las siguientes situaciones:

a. Existencia de hemorragias:

Ante la existencia de hemorragia nuestro objetivo, generalmente, es evitar la pérdida de sangre del accidentado, para lo cual actuaremos por:

Compresión directa (efectuaremos una presión en el punto de sangrado utilizando una cobertura lo más limpia posible).

Compresión arterial (de aplicación cuando falla la compresión directa y se suele utilizar en hemorragias en extremidades).

Si la hemorragia se produce en un oído nunca se debe detener la hemorragia.

b. Existencia de heridas:

Consideraremos que existe una herida cuando se produzca una rotura de la piel. Haremos una valoración inicial del accidentado, controlaremos los signos vitales, controlaremos la hemorragia si la hubiera y evitaremos posible shock. Después de haber considerado todo lo anterior actuaremos de la siguiente forma:

El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol (de botiquín), se utilizará material estéril para prevenir infecciones, procederá a limpiar la herida con agua y jabón y con ayuda de una gasa (nunca algodón) empezando desde el centro a los extremos de la herida.

Se quitarán los restos de cuerpos extraños de la herida con ayuda de pinzas estériles (botiquín).

Finalmente se pincelará con mercromina y se colocará una gasa y un apósito o se dejará al aire si la herida no sangra.

c. Existencia de fractura en columna vertebral:

Ante la posibilidad de que el accidentado presente una fractura o un daño en la columna vertebral, evitaremos siempre cualquier movimiento para así evitar lesiones irreversibles.

d. Existencia de quemaduras:

Consideramos que existe una quemadura en un accidentado cuando existe una herida o destrucción del tejido producida por el calor (temperaturas superiores a 45 ºC).

Tendremos en cuenta que causas producen quemaduras de diversa consideración: fuego, calor radiante, líquidos (hirviendo , inflamado), sólidos incandescentes, gases , electricidad, rozaduras, productos químicos.

Ante un accidentado que presenta una quemadura el socorrista actuará de la siguiente forma:

Eliminará la causa (apagar llamas, eliminar ácidos), mantener los signos vitales (consciencia, respiración, pulso) recordamos que en posible caso de incendio las personas quemadas pueden presentar asfixia por inhalación de humos.

Se procederá a realizar una valoración primaria y posteriormente a comprobar si se han producido hemorragias, fracturas y se tratará primero la lesión más grave.

e. Forma de actuar ante una quemadura:

Refrescar la zona quemada aplicando agua en abundancia durante un tiempo, quitando ropa, joyas y todo aquello que mantenga el calor.

Se cubrirá la lesión con vendaje flojo y húmedo, y se evacuará al herido en posición lateral, para evitar las consecuencias de un vómito (ahogo) al centro hospitalario con unidad de quemados.

Nunca se debe aplicar ningún tratamiento medicamentoso sobre una quemadura.

No despegar nada que esté pegado a la piel.

No reventar ampollas, si se presentan.

No dejar solo al herido, en caso de tener que ir a pedir ayuda le llevaremos con

nosotros, siempre que sus lesiones lo permitan.

f. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por fuego:

Sofocar el fuego con una manta que no sea acrílica.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispone de otro medio.

Aplicar agua fría en la zona quemada una vez se han apagado las llamas, para refrigerar la zona.

g. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por productos químicos:

Aplicar agua abundante en la quemadura durante un tiempo, teniendo especial cuidado con las salpicaduras.

Mientras se evacua al herido, se puede continuar aplicando agua en la quemadura mediante una pera de agua (botiquín).

Mientras se aplica el agua quitar la ropa impregnada por ácido.

h. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por electricidad:

Ante una electrocución, siempre desconectar lo primero la corriente, salvo que la persona electrocutada ya no toque el conductor eléctrico. Si no es posible realizar la desconexión, hay que separar el conductor eléctrico del accidentado mediante un material aislante (madera).

Comprobar las constantes vitales del accidentado (practicando si es necesario el soporte vital básico).

Trasladar al accidentado a un centro hospitalario.

i. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por sólidos incandescentes:

Separar el objeto causante de la quemadura.

Mojar con agua la zona afectada.

j. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por líquidos hirviendo o inflamados:

Apagar el fuego producido con una manta que no sea sintética.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispones de otro medio.

Vigilar que el líquido inflamable no es extienda y afecte a otras personas.

En último caso utilizar el extintor.

Ante quemaduras causadas por líquidos calientes hay que echar agua abundante sobre la zona afectada y quitar rápidamente toda la ropa mojada por el líquido y como último recurso secarse la piel sin frotar.

Las lesiones muy leves se curarán con el botiquín de obra. Si fuera preciso se avisará al Servicio Médico. En el caso de accidentes leves o menos graves se atenderá preferentemente a los accidentados en el Servicio Médico. En caso contrario se le atenderá en cualquiera de los centros asistenciales de la zona.En caso de accidente grave se avisará a alguna de las ambulancias y teléfonos de emergencia cuyos números deben aparecer en el tablón de anuncios de la obra, y se le trasladará a alguno de los Centros Asistenciales concertados con las Mutuas.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN EL PREDIO.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior del predio.

8.1. Estabilidad y solidez

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

8.2. Instalaciones de suministro y reparto de energía

a) La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada,las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

8.3. Vías y salidas de emergencia

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse, dicha señalización deberá fijarse

en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

8.4. Detección y lucha contra incendios

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

8.5. Ventilación

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

8.6. Exposición a riesgos particulares

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxigeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

8.7. Temperatura

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8.8. Iluminación

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

8.9. Puertas y portones

a) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

b) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

c) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

8.10. Vías de circulación y zonas peligrosas

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

8.11. Muelles y rampas de carga

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

8.12. Espacio de trabajo

a) Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

8.13. Primeros auxilios

a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

8.14. Servicios higiénicos

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. En este sentido se dispondrá de vestuarios de fácil acceso, con las dimensiones suficientes y con asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas,humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo lugares de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

8.15. Locales de descanso o de alojamiento

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

8.16. Disposiciones varias

a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.

b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer en condiciones de seguridad y salud.

9. CONCLUSIONES

Para la ejecución material del proyecto de "Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima – Manual de Seguridad y salud", hemos definido un manual de seguridad y salud. La duracion de la obra será de 4 meses.

Se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para evitarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la obra, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de obra descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la obra. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PUNTA GRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, REGIÓN LIMA

Documento: MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD – ETAPA DE POST INVERSION

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 15 de Marzo del 2016

Tabla de Contenido

1. Objetivo del Manual de Seguridad y Salud 5

2. Marco legal y normativo 5

3. Descripción de las actividades a de operación y mantenimiento a realizar en el area 6

3.1. Actividades de Post inversión (operación y mantenimiento) 7

3.1.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 7

3.1.2. Estabilidad de taludes. 7

3.1.3. Monitoreo de los lixiviados 7

3.1.4. Monitoreo de Aguas de infiltración. 8

3.1.5. Monitoreo del biogás. 10

3.2. Plazo de duración de la operación y mantenimiento del área. 11

4. Estudio de riesgo y medidas preventivas 11

4.1. Riesgo y medidas preventivas en la actividad Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta. 11

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Estabilidad de taludes. 12

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo de los lixiviados. 13

4.4. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo de Aguas de infiltración. 13

4.5. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo del biogás. 14

4.6. Riesgo y medidas preventivas para el traslado de lixiviados al relleno sanitario. 15

4.7. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas 16

5. Equipos de protección personal (EPP) 17

6. Protecciones colectivas 19

6.1. Señales de seguridad: 19

6.2. Cinta de seguridad: 19

6.3. Brigada de Seguridad: 19

6.4. Plataformas de trabajo: 19

6.5. Extintores: 20

7. Formación y medicina preventiva. 20

7.1. Formación e Información. 20

7.2. Medicina Preventiva 20

7.2.1. Botiquines 20

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios 21

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado 21

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado 22

8. Disposiciones mínimas generales para disminuir los riesgos en el predio. 24

8.1. Estabilidad y solidez 25

8.2. Vías y salidas de emergencia 25

8.3. Detección y lucha contra incendios 25

8.4. Ventilación 26

8.5. Exposición a riesgos particulares 26

8.6. Temperatura 26

8.7. Iluminación 26

8.8. Puertas y portones 27

8.9. Vías de circulación y zonas peligrosas 27

8.10. Muelles y rampas de carga 28

8.11. Primeros auxilios 28

8.12. Disposiciones varias 28

9. Conclusiones 28

10. anexos 30

1. OBJETIVO DEL MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente manual de "Seguridad y salud" tiene por objetivo establecer, durante la estapa de post inversión (operación y mantenimiento) las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las instalaciones y equipos preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

2. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

A nivel nacional contamos con la "LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO" ley N° 29783, dada en la Casa de Gobierno, en Lima, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil once por el Presidente Constitucional de la República Ollanta Humala Tasso dicha ley se encuentra reglamentada por el decreto supremo Nº 005-2012-TR.

Ley cuyos principios son:

I. PRINCIPIO DE PREVENCIÓN

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

II. PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia de el, conforme a las normas vigentes.

III. PRINCIPIO DE COOPERACIÓN

El Estado, los empleadores y los trabajadores, y sus organizaciones sindicales establecen mecanismos que garanticen una permanente colaboración y coordinación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

IV. PRINCIPIO DE INFORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Las organizaciones sindicales y los trabajadores reciben del empleador una oportuna y adecuada información y capacitación preventiva en la tarea a desarrollar, con énfasis en lo potencialmente riesgoso para la vida y salud de los trabajadores y su familia.

V. PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRAL

Todo empleador promueve e integra la gestión de la seguridad y salud en el trabajo a la gestión general de la empresa.

VI. PRINCIPIO DE ATENCIÓN INTEGRAL DE LA SALUD

Los trabajadores que sufran algún accidente de trabajo o enfermedad ocupacional tienen derecho a las prestaciones de salud necesarias y suficientes hasta su recuperación y rehabilitación, procurando su reinserción laboral.

VII. PRINCIPIO DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN

El Estado promueve mecanismos de consulta y participación de las organizaciones de empleadores y trabajadores más representativos y de los actores sociales para la adopción de mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo.

VIII. PRINCIPIO DE PRIMACÍA DE LA REALIDAD

Los empleadores, los trabajadores y los representantes de ambos, y demás entidades públicas y privadas responsables del cumplimiento de la legislación en seguridad y salud en el trabajo brindan información completa y veraz sobre la materia. De existir discrepancia entre el soporte documental y la realidad, las autoridades optan por lo constatado en la realidad.

IX. PRINCIPIO DE PROTECCIÓN

Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas que les garanticen un estado de vida saludable, física, mental y socialmente, en forma continua. Dichas condiciones deben propender a: a) Que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro y saludable. b) Que las condiciones de trabajo sean compatibles con el bienestar y la dignidad de los trabajadores y ofrezcan posibilidades reales para el logro de los objetivos personales de los trabajadores.

A nivel internacional se tiene por la norma OHSAS 18001 es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar, evaluar, administrar y gestionar la salud ocupacional y los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. El manejo de riesgos antes que un gasto es una inversión.la OHSAS 18001 requiere que las empresas se comprometan a eliminar o minimizar riesgos para los empleados y a otras partes interesadas que pudieran estar expuestas a peligros asociados con sus actividades, así como a mejorar de forma continuada como parte del ciclo de gestión normal. La norma se basa en el conocido ciclo de sistemas de gestión de planear-hacer-verificar-actuar (PHVA) y utiliza un lenguaje y una terminología familiar propia de los sistemas de gestión.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO A REALIZAR EN EL AREA

Para evidenciar los beneficios de la clausura del botadero, se hace imprescindible realizar periódicamente diferentes controles que permitirán ir supervisando que la alternativa de cierre está funcionando, garantizando que el residuo se va estabilizando y que los contaminantes han dejado de afectar al área del botadero recuperado.

3.1. Actividades de Post inversión (operación y mantenimiento)

3.1.1. Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

La causa principal de la rotura o fallos en el sistema de sellado viene provocada por la aparición de asientos diferenciales producidos en la masa de residuos. Por ello es importante realizar el control de los asentamientos producidos, para establecer si son asumibles o no por el sistema de sellado y tomar las medidas correctoras que se estimen oportunas.

Como en el botadero de Chancay no existen columnas de residuo y taludes de media superiores a 5 metros, será suficiente con una inspección visual. Personal capacitado controlará mensualmente el estado de la cobertura final con el propósito de identificar grietas y áreas descubiertas debido a los asentamientos diferenciales y por la erosión respectivamente.

3.1.2. Estabilidad de taludes.

Las condiciones de un botadero recuperado son muy variables y heterogéneas. Durante la etapa de post clausura, la morfología del botadero puede evolucionar por ejemplo en base a los cambios de peso de los residuos sólidos y la cubierta, la humedad, los cambios en la cohesión de los residuos sólidos por la biodegradación o el cambio del ángulo de reposo de los taludes por los asentamientos diferenciales.

Aunque durante la fase de proyecto se lleva a cabo un estudio detallado de la estabilidad de los taludes, los problemas de estabilidad derivados de las condiciones anteriores son imprevisibles. Estos fallos pueden derivar en problemas de afloramiento de los residuos, accidentes a los operarios etc.

Los taludes construidos en el botadero "Punta Grita Lobos" presentan un coeficiente de seguridad muy alto, lo que unido a la pequeña longitud de dicho taludes (media inferior a los 5 metros) hace innecesario adoptar medidas especiales de identificación de inestabilidades, tales como sistemas de monitoreo a base de los testigos, por lo que serán suficiente inspecciones visuales realizadas por personal capacitado, con el objetivo de identificar los posibles problemas de inestabilidad. La periodicidad de las inspecciones será mensual, con el objetivo de descubrir grietas o posibles indicadores de deslizamientos.

3.1.3. Monitoreo de los lixiviados

El control de los lixiviados está orientado a hacer el seguimiento, tanto de los parámetros contaminantes, como de aquellos que pueden dan información acerca del proceso de estabilización del residuo.

Los puntos de muestreo de los lixiviados serán la dos de los pozos construidos en el interior del botadero.

Se realizará una analítica completa incluyendo todos los parámetros cada año.

La frecuencia de estas analíticas de seguimiento será anual, debido a que no existen importantes diferencias climatológicas entre las estaciones de verano e invierno.

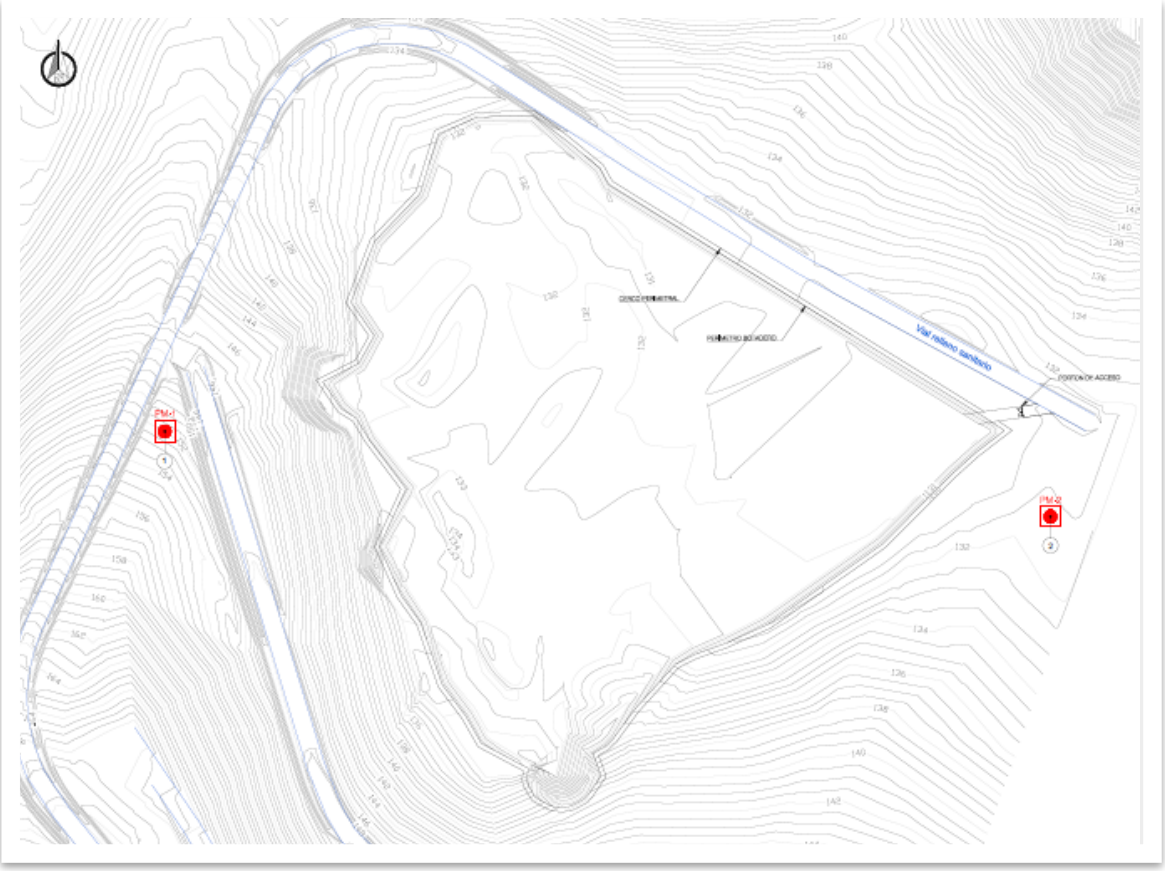
3.1.4. Monitoreo de Aguas de infiltración.

La supervisión de las aguas es necesaria para detectar cambios en la calidad del agua que pudieran producirse a causa del escape de los lixiviados y de los gases del botadero.

Dado que en durante la fase de ensayos no se han detectado cuerpos de agua que puedan estar afectadas por los residuos depositados en el botadero, no se han considerado su monitoreo. Aun así, dado que en el relleno sanitario se ha previsto la construcción de unos sondeos de control, se considera necesario completar esa red con la construcción de otros dos sondeos en el botadero, situados aguas arriba y aguas abajo del mismo, de forma que en caso de detectarse alguna incidencia en los sondeos del relleno se pudiera verificar si el origen del problema proviniese del botadero. Estos sondeos son iguales a los previstos para el relleno, tanto en el diseño constructivo como en la profundidad

Ese sondeo tiene como misión detectar la posible contaminación que se pudieran detectar en infiltración de las aguas de lluvia. La imagen a continuación muestra la localización de los sondeos.

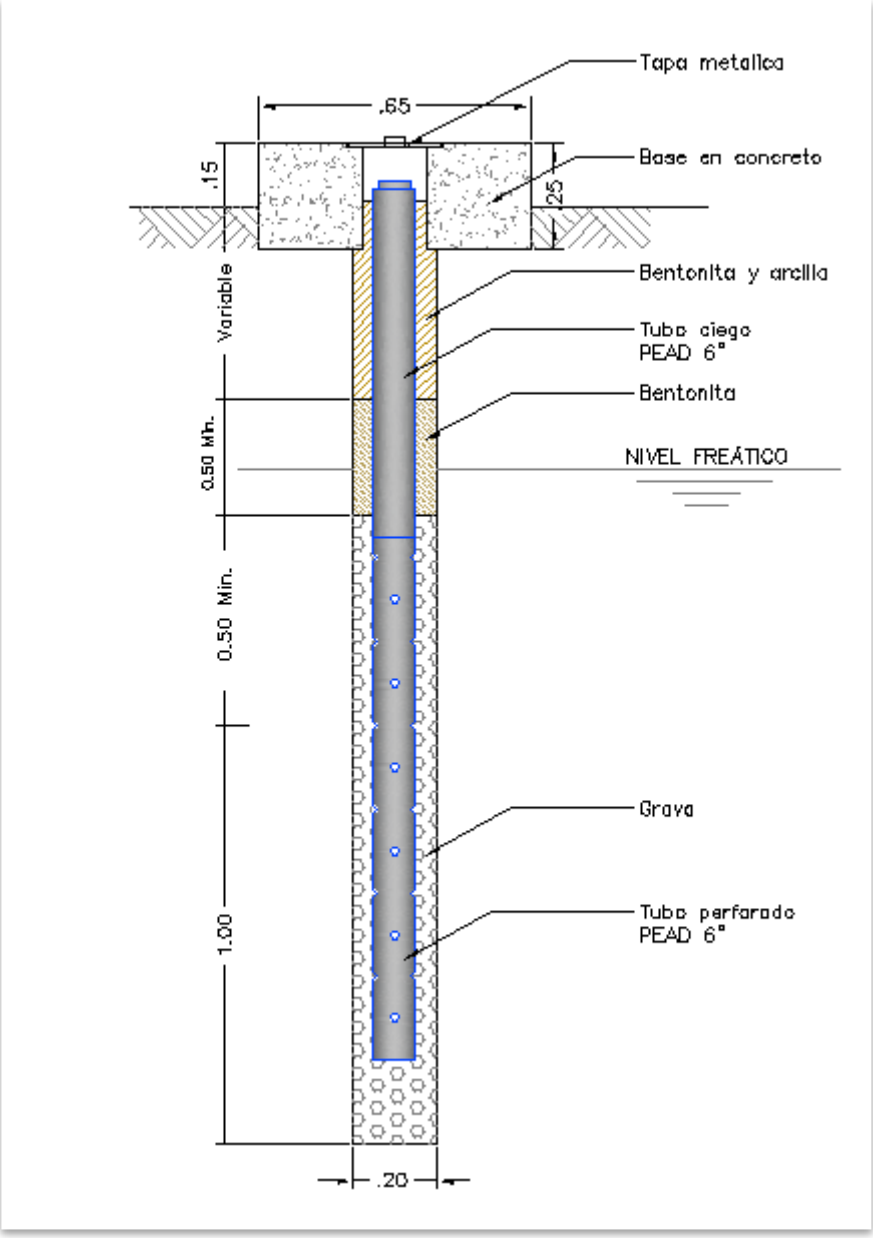
Figura 1. Localización de los sondeos de control



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

Los sondeos son iguales a los previstos para el relleno, tanto en el diseño constructivo como en la profundidad

Figura 2. Detalle del sondeo de control



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

En el plan de seguimiento y control se tomarán muestras en los dos sondeos, así como en los dos cuerpos de agua detectados en el botadero.

Se realizará analítica completa en los cuerpos de agua, y una más reducida en los sondeos de control, con los siguientes parámetros: DBO, DQO, pH, conductividad, cloruros, amonio.

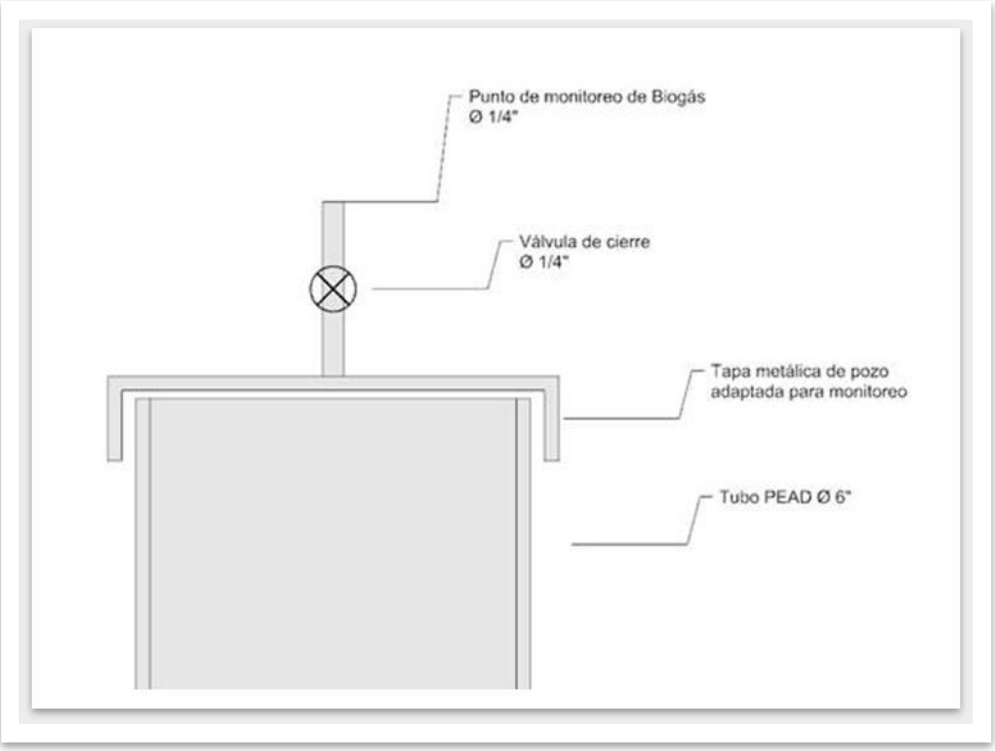
Siguiendo el mismo criterio que para el resto de analíticas de control, la frecuencia será anual, debido a que no existen importantes diferencias climatológicas entre las estaciones de verano e invierno.

3.1.5. Monitoreo del biogás.

El monitoreo del biogás está principalmente orientado observar cómo va disminuyendo la concentración de metano (CH4) en éste, consecuencia de la estabilización de la materia orgánica contenida en el residuo depositado en el botadero de la estabilización de la materia orgánica.

A pesar de que se ha estimado que se generará una pequeña cantidad de biogás, se contempla la toma de muestras en dos de las chimeneas construidas para extraer lixivados, por si fuera posible extraer algo de gas. Para ello se colocarán en esas dos chimeneas un dispositivo que permita la toma de las muestras.

Figura 3. Detalle de dispositivo para la toma de muestras de biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

3.2. Plazo de duración de la operación y mantenimiento del área.

A pesar de que el horizonte del Proyecto esté establecido a 10 años, se debe recordar que hay la obligación de mantener el programa de operación, mantenimiento y los controles, tanto para verificar la no existencia de contaminantes que puedan afectar al medio así como para obtener indicadores que permitan mejorar la Norma.

4. ESTUDIO DE RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Reconoceremos los riesgos que pueden existir en cada una de las actividades de operación y mantenimiento y también determinaremos qué medidas se pueden tomar para prevenir cualquier accidente.

4.1. Riesgo y medidas preventivas en la actividad Asentamientos diferenciales y condiciones de la cubierta.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas de Personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio de la explanación con el fin de describir accidentes importantes del suelo, objetos, etc. que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las personas.
- Los árboles del area deben estar podados adecuadamente para evitar la caida de ramas podridas ademas se debe verificar que sus raíces estos esten fijamente al suelo entodo caso re debe de retirar y reemplazar los arboles que no esten en buen estado.
- La maleza debe eliminarse mediante una hoz o siega y se evitará la quema de maleza.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar si se tuviera que efectuar alguna excavación antes, durante y después.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal no autorizado ni capacitado dentro del área.
- Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, para toda circulación se utilizará solo la vía habilitada.

- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, o ripios todos los charcos de lodo, baches o huecos a causas de la circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para transitar en el área, ademas los vehiculos deben contar con el SOAT vigente.

4.2. Riesgo y medidas preventivas en Estabilidad de taludes.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras.
- Caídas del personal a diferente nivel.
- Caídas del personal al mismo nivel.
- Desprendimiento de los taludes por vibraciones al transitar vehículos.
- Suspensión de Particulas.
- Ruido.
- Caída de árboles y arbustos por desenraizamiento.
- Atropellos por vehículos de supervisión.

b. Normas y medidas preventivas:

- Se protegerá con cinta de seguridad los bordes de un desprendimiento o deslizamiento, ubicándolas a un mínimo de 1 m. del corte superior.
- No se debe permitir el transito dentro del area de vehículos´y este solo debe estar restringido a actividades propias de supervisión para evitar que a causa las vibraciones se produzcan deslizamientos o vuelcos de los taludes.
- Al notar deficiencias en el terreno deberan de comunicarlo. En caso de urgencia adoptarán los medios de protección (apuntalamiento o entibación) necesarios.
- Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un riesgo, pese a la realización de apuntalamientos y entibaciones. Redes tensas sobres los taludes actuarán perfectamente con este fin, al retener embolsando los desprendimientos de primera fase; actuarán como avisadores.
- Si por emergencia deben ingresar vehiculos pesados todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para operar la maquinaria.
- Para evitar la suspension de material particulado a causa del viento se recominda regar si se tuviera que efectuar alguna excavación antes, durante y después.

4.3. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo de los lixiviados.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Contactos eléctricos.
- Inalacion de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del generador electrico y de la electrobomba.

b. Normas o medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Se vigilará en todo momento el buen estado de la electrobomba y del generador eléctrico, se seguiran todas las instrucciones de uso para evitar malas manipulaciones debido a que el generador utiliza combustible y es inflamable se recomiend tener siempre un cubo de arena cerca para calmar cualquier amago de fuego.
- Cuando se efectúe una interrupción en los trabajos se desconectará totalmente el generador electrico de la bomba.
- Los cables de conduccion eléctrica serán antihumedad y se empalmarán mediante conexiones estancas de intemperie y la protección externa debe estar en perfecto estado.
- Si los trabajos se realizan a la intemperie se suspenderán a causa de lluvias.
- Para la obtensión de muestras de lixiviado o bombeo nunca se introduciran las extremidades superiores o inferiores al pozo.
- El personal siempre debera contar con los equipos de proteccion adecuados. (ver título 5: Equipos de proteccion personal).

4.4. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo de Aguas de infiltración.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Contactos eléctricos.

- Inalacion de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del generador electrico y de la electrobomba.

b. Normas y medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Si se llega a detectar lixiviado y es necesario el uso de la electrobomba y del generador eléctrico, se seguiran todas las instrucciones de uso para evitar malas manipulaciones debido a que el generador utiliza combustible y es inflamable se recomienda tener siempre un cubo de arena cerca para calmar cualquier amago de fuego.
- Cuando se efectúe una interrupción en los trabajos se desconectará totalmente el generador electrico de la bomba.
- Los cables de conduccion eléctrica serán antihumedad y se empalmarán mediante conexiones estancas de intemperie y la protección externa debe estar en perfecto estado.
- Si los trabajos se realizan a la intemperie se suspenderán a causa de lluvias.
- Para la obtensión de muestras de agua o bombeo nunca se introduciran las extremidades superiores o inferiores al pozo.
- El personal siempre debera contar con los equipos de proteccion adecuados. (ver título 5: Equipos de proteccion personal).

4.5. Riesgo y medidas preventivas en el Monitoreo del biogás.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Contactos con liquidos agresivos.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Incendio del pozo de venteo o del quemador por acumulacion de gases.
- Contactos eléctricos.
- Inalación de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del quemador de gases o chimenea.
- Explosión y quemaduras por el mas uso del generador electrico y de la electrobomba.

b. Normas y medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Para encender los quemadores se tendrán que seguir las siguientes recomendaciones: usar simpre los EPP, verifique que el quemador se encuentra en perfecto estado, no encender el quemador con usos de fósforos o encendedores, utilizar antorchas de 50 cm como mínimo, nunca acerque el cuerpo ni la cara al quedamor, debe estar totalmente prohibido utilizar artefactos en un radio mínimo de trabajo sobre todo si se a detectado efluencia de gas.
- Si se llega a detectar lixiviado y es necesario el uso de la electrobomba y del generador eléctrico, se seguiran todas las instrucciones de uso para evitar malas manipulaciones debido a que el generador utiliza combustible y es inflamable se recomienda tener siempre un cubo de arena cerca para calmar cualquier amago de fuego.
- Cuando se efectúe una interrupción en los trabajos se desconectará totalmente el generador electrico de la bomba.
- Los cables de conduccion eléctrica serán antihumedad y se empalmarán mediante conexiones estancas de intemperie y la protección externa debe estar en perfecto estado.
- Si los trabajos se realizan a la intemperie se suspenderán a causa de lluvias.
- Para la obtensión de muestras de agua o bombeo nunca se introduciran las extremidades superiores o inferiores al pozo.
- El personal siempre debera contar con los equipos de proteccion adecuados. (ver título 5: Equipos de proteccion personal).

4.6. Riesgo y medidas preventivas para el traslado de lixiviados al relleno sanitario.

a. Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Heridas en extremidades.
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos o encharcados.
- Sobreesfuerzos por manejo de materiales y herramientas.
- Accidentes de vehículos por exceso de carga o por mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas.
- Caídas del contenedor desde el vehículo.
- Caída del personal desde los vehículos en marcha.
- Caídas al subir o bajar de la camioneta.

- Accidentes del personal, por falta de responsable que mande cada maniobra de carga y descarga.
- Contacto con liquidos agresivos.
- Atropellos del personal en maniobras de vehículos.
- Accidentes en el vertido del contenido, al circular los camioneta marcha atrás.
- Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Suspension de Particulas.
- Ruido puntual y ambiental.

b. Normas y medidas preventivas:

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada.
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones.
- El vehículo debe estar con todas las revisiones y mantenimientos al día.
- El contenedor debe estar adecuado y fijado al vehiculo.
- No deben viajar personas en la tolva de la camioneta.
- El conductor debera de mantener una velocidad adecuada para evitar accidentes como atropellos y ademas volcaduras.
- El personal siempre debera contar con los equipos de proteccion adecuados. (ver título 5: Equipos de proteccion personal).
- Todos los conductores serán poseedores del permiso de conducir y estarán capacitados para transitar en el área, ademas los vehiculos deben contar con el SOAT vigente.

4.7. Riesgos de daños a terceros y medidas preventivas

a. Riesgos:

Derivan tanto por la circulación de los vehículos de transporte por carreteras públicas y en las intersecciones con éstas, como por la circulación de personal ajenas a la zona de influencia.

b. Medidas preventivas:

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, los puntos de salida y entrada de vehículos del area a las carreteras y caminos, "tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales al área, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se extremará la señalización global de la zona mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

Se dispondrán cintas de seguridad y protección, carteles indicativos en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, acopio, maquinaria, instalaciones, etc., cuando estuvieran situadas en pasos de peatones o vehículos.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Estos se pueden definir como un conjunto de elementos y dispositivos diseñados para proteger las partes del cuerpo que se encuentran expuestos a riesgos durante el ejercicio de una labor. Los equipos basicos de proteccion (ver anexo 01 del manual), para cualquier trabajador del área se mencionan a continuación.

- Casco de seguridad:

Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

- Pantalla de seguridad para soldadura:

Se empleará en los trabajos de soldadura.

- Gafas anti-impactos:

Para trabajos con posible proyección de partícula.

- Gafas anti-polvo:

Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- Mascarilla de papel autofiltrante:

Se utilizará usando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Será desechable de un solo uso.

- Tapón antirruido:

En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Será desechable de un solo uso por razones higiénicas.

- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

Para todos los trabajos con riesgos de caída de altura será de uso obligatorio.

- Cinturón antivibratorio:

Para conductores de rodillo vibrador y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen Martillos Rompedores.

- Mameluco de trabajo:

Para todo tipo de trabajo a realizar en el área. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la operación y mantenimiento, según Convenio Colectivo aplicable.

- Traje impermeable:

Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

- Guantes de goma:

Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

- Guantes de cuero:

Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en el área

- Guantes aislantes de la electricidad:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- Guantes para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Manguitos para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Polainas para soldador en cuero:

Para trabajos de soldaduras.

- Mandil de cuero:

Para los trabajos de martillos neumáticos y de soldadura.

- Botas impermeables al agua y a la humedad:

Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

- **Botas de seguridad:**

En todo trabajo en que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

- **Botas aislantes de la electricidad:**

Para uso de los electricistas.

- **Chaleco reflectante:**

Se empleará por todo el personal que trabaje en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

6. PROTECCIONES COLECTIVAS

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, (ver anexo 03), según la siguiente descripción:

6.1. Señales de seguridad:

Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

6.2. Cinta de seguridad:

Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

6.3. Brigada de Seguridad:

Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

6.4. Plataformas de trabajo:

Se dispondrá en elementos auxiliares para trabajos a nivel respecto al suelo o punto de apoyo.

6.5. Extintores:

Se dispondrán como sistema de protección contra incendios en la camioneta.

7. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA.

7.1. Formación e Información.

Todo el personal que ingrese al área debe estar capacitado en los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

7.2. Medicina Preventiva

7.2.1. Botiquines

Se dispondrá de botiquines conteniendo el material especificado en el reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Se revisará periódicamente, reponiendo inmediatamente el material consumido.

El contenido botiquín será como mínimo:

- Algodón hidrófilo.
- Esparadrapo de diferentes tamaños.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas de diferentes tamaños.
- Tiras de sutura por aproximación.
- Gasas estériles.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Desinfectante.
- Pomada antihistamínica para picaduras.
- Pomada antiinflamatoria.
- Paracetamol.
- Ácido acetilsalicílico.
- Guantes desechables .
- Tijeras.
- Pinzas.
- Banda elástica para torniquetes.
- Manta.

7.2.2. Asistencia a accidentados y primeros auxilios

Se informará al personal del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Consideramos como primeros auxilios aquellas actuaciones y técnicas que permiten la atención inmediata del accidentado de forma rápida y adecuada hasta la llegada de equipo asistencial sanitario, con objeto de no agravar las lesiones producidas.

Ante una situación de emergencia y la necesidad de socorrer a un accidentado establecemos las siguientes consideraciones:

- Conservar la calma.
- Evitar aglomeraciones.
- Dominar la situación.
- No mover al accidentado hasta que no se haya hecho una valoración primaria de su situación.
- Examinar al accidentado (signos vitales: conciencia, respiración, pulso, hemorragias, fracturas, heridas) para determinar aquellas situaciones que pongan en peligro su vida, de igual forma se indicará telefónicamente una descripción de la situación del herido con objeto de que las dotaciones sanitarias sean las necesarias (ambulancia de transporte, móvil).
- Si está consciente tranquilizar al accidentado.
- Mantener al accidentado caliente
- No dar nunca medicación.

7.2.3. Evaluación primaria del accidentado

Una vez activado el sistema de emergencia y a la hora de socorrer establecemos un método único que permita identificar las situaciones vitales o de emergencia médica, para ello siempre seguiremos este orden:

- Verificación de signos vitales: conciencia, respiración, pulso, con objeto de atenderlas lo más rápidamente posible, pues son las que pueden esperar la llegada del equipo médico y ponen en peligro la vida del accidentado.
- Ante una emergencia médica como es una parada cardio-respiratoria, es decir, cuando el accidentado sufre una interrupción brusca e inesperada y potencialmente reversible de su respiración y circulación espontánea, utilizaremos técnicas de reanimación: respiración artificial (boca-boca) si no respira y masaje cardiaco si no tiene latido.
- Ante un herido inconsciente con respiración y pulso se le colocará en posición lateral de seguridad.

7.2.4. Valoración secundaria del accidentado

Una vez que hayamos hecho la valoración primaria de la víctima y se haya comprobado que mantiene las constantes vitales (conciencia, respiración, pulso) examinaremos buscando lesiones que pudieran agravar, posteriormente, el estado general del accidentado.

Tendremos en cuenta por tanto las siguientes situaciones:

a. Existencia de hemorragias:

Ante la existencia de hemorragia nuestro objetivo, generalmente, es evitar la pérdida de sangre del accidentado, para lo cual actuaremos por:

Compresión directa (efectuaremos una presión en el punto de sangrado utilizando una cobertura lo más limpia posible).

Compresión arterial (de aplicación cuando falla la compresión directa y se suele utilizar en hemorragias en extremidades).

Si la hemorragia se produce en un oído nunca se debe detener la hemorragia.

b. Existencia de heridas:

Consideraremos que existe una herida cuando se produzca una rotura de la piel. Haremos una valoración inicial del accidentado, controlaremos los signos vitales, controlaremos la hemorragia si la hubiera y evitaremos posible shock. Después de haber considerado todo lo anterior actuaremos de la siguiente forma:

El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectarlas con alcohol (de botiquín), se utilizará material estéril para prevenir infecciones, procederá a limpiar la herida con agua y jabón y con ayuda de una gasa (nunca algodón) empezando desde el centro a los extremos de la herida.

Se quitarán los restos de cuerpos extraños de la herida con ayuda de pinzas estériles (botiquín).

Finalmente se pincelará con mercromina y se colocará una gasa y un apósito o se dejará al aire si la herida no sangra.

c. Existencia de fractura en columna vertebral:

Ante la posibilidad de que el accidentado presente una fractura o un daño en la columna vertebral, evitaremos siempre cualquier movimiento para así evitar lesiones irreversibles.

d. Existencia de quemaduras:

Consideramos que existe una quemadura en un accidentado cuando existe una herida o destrucción del tejido producida por el calor (temperaturas superiores a 45 ºC).

Tendremos en cuenta que causas producen quemaduras de diversa consideración: fuego, calor radiante, líquidos (hirviendo , inflamado), sólidos incandescentes, gases , electricidad, rozaduras, productos químicos.

Ante un accidentado que presenta una quemadura el socorrista actuará de la siguiente forma:

Eliminará la causa (apagar llamas, eliminar ácidos), mantener los signos vitales (consciencia, respiración, pulso) recordamos que en posible caso de incendio las personas quemadas pueden presentar asfixia por inhalación de humos.

Se procederá a realizar una valoración primaria y posteriormente a comprobar si se han producido hemorragias, fracturas y se tratará primero la lesión más grave.

e. Forma de actuar ante una quemadura:

Refrescar la zona quemada aplicando agua en abundancia durante un tiempo, quitando ropa, joyas y todo aquello que mantenga el calor.

Se cubrirá la lesión con vendaje flojo y húmedo, y se evacuará al herido en posición lateral, para evitar las consecuencias de un vómito (ahogo) al centro hospitalario con unidad de quemados.

Nunca se debe aplicar ningún tratamiento medicamentoso sobre una quemadura.

No despegar nada que esté pegado a la piel.

No reventar ampollas, si se presentan.

No dejar solo al herido, en caso de tener que ir a pedir ayuda le llevaremos con

nosotros, siempre que sus lesiones lo permitan.

f. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por fuego:

Sofocar el fuego con una manta que no sea acrílica.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispone de otro medio.

Aplicar agua fría en la zona quemada una vez se han apagado las llamas, para refrigerar la zona.

g. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por productos químicos:

Aplicar agua abundante en la quemadura durante un tiempo, teniendo especial cuidado con las salpicaduras.

Mientras se evacua al herido, se puede continuar aplicando agua en la quemadura mediante una pera de agua (botiquín).

Mientras se aplica el agua quitar la ropa impregnada por ácido.

h. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por electricidad:

Ante una electrocución, siempre desconectar lo primero la corriente, salvo que la persona electrocutada ya no toque el conductor eléctrico. Si no es posible realizar la desconexión, hay que separar el conductor eléctrico del accidentado mediante un material aislante (madera).

Comprobar las constantes vitales del accidentado (practicando si es necesario el soporte vital básico).

Trasladar al accidentado a un centro hospitalario.

i. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por sólidos incandescentes:

Separar el objeto causante de la quemadura.

Mojar con agua la zona afectada.

j. Normas generales de actuación ante quemaduras causadas por líquidos hirviendo o inflamados:

Apagar el fuego producido con una manta que no sea sintética.

Hacer rodar por el suelo al accidentado para apagar el fuego si no se dispones de otro medio.

Vigilar que el líquido inflamable no es extienda y afecte a otras personas.

En último caso utilizar el extintor.

Ante quemaduras causadas por líquidos calientes hay que echar agua abundante sobre la zona afectada y quitar rápidamente toda la ropa mojada por el líquido y como último recurso secarse la piel sin frotar.

Las lesiones muy leves se curarán con el botiquín. Si fuera preciso se avisará al Servicio Médico. En el caso de accidentes leves o menos graves se atenderá preferentemente a los accidentados en el Servicio Médico. En caso contrario se le atenderá en cualquiera de los centros asistenciales de la zona.En caso de accidente grave se avisará a alguna de las ambulancias y teléfonos de emergencia cuyos números deben aparecer, y se le trasladará a alguno de los Centros Asistenciales concertados con las Mutuas.

8. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN EL PREDIO.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad del área, incluidos y fuera de este durante el traslado de lixiviado.

8.1. Estabilidad y solidez

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

8.2. Vías y salidas de emergencia

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones del lugar y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse, dicha señalización deberá fijarse

en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

8.3. Detección y lucha contra incendios

a) Según las características del área y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

8.4. Ventilación

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

8.5. Exposición a riesgos particulares

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxigeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

8.6. Temperatura

a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8.7. Iluminación

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en el área deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles

con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

8.8. Puertas y portones

a) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

b) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

c) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

8.9. Vías de circulación y zonas peligrosas

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en el área hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

8.10. Muelles y rampas de carga

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

8.11. Primeros auxilios

a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

8.12. Disposiciones varias

a) Los accesos y el perímetro del área deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.

b) Los trabajadores deberán disponer de agua para beber y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer en condiciones de seguridad y salud.

9. CONCLUSIONES

Para la etapa de operación y mantemimiento material del proyecto de "Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima", hemos definido un manual de seguridad y salud. La duracion de la operación y el mantenimiento es 10 años a más<.

Se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para evitarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.

Se ha definido la prevención asistencial y las pautas de actuación en caso de accidente laboral desarrolle correctamente. Así mismo, se ha determinado información y divulgación de los métodos de trabajo adecuados para evitar los accidentes laborales.

Se han dictado las condiciones técnicas que deben cumplir los equipos de protección colectiva e individual a utilizar durante la operación y mantenimiento, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas unidades de operación y mantenimiento descritas.

En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la operación . Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

10. ANEXOS

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PUNTA GRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, REGIÓN LIMA

Documento: ANEXO 01 – MATERIALES Y EQUIPOS

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 15 de Marzo del 2016

Tabla de Contenido

1. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL 5
1.1. Protección de las manos 5
1.2. Protección de la cabeza 6
1.3. Protección de las vías respiratorias 7
1.4. Protección del cuerpo 8
1.5. Protección de los oídos 9
1.6. Protección de la columna vertebral 11
1.7. Protección de los pies 11
1.8. Protección de Anti caídas 12
1.9. Protección de Ocular 13
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA 14
2.1. Conexiones incorrectas 14
2.2. Conexiones prohibidas 15
3. INSTALACION DE BARANDAS 16
4. Medios Auxiliares 18
4.1. Mezcladora de concreto 18
4.2. Sierra Radial 19
4.3. Martillo eléctrico y neumático 19
4.4. Herramientas Auxiliares 20
4.5. Máquina de movimiento de tierras 21
5. Soldadura 22
5.1. Grupo oxicorte 22

1. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Los principles equipos de “Seguridad y salud" para prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales son:

1.1. Protección de las manos

Para proteger las manos de riesgos como contacto con sustancias agresivas y agresiones mecánicas, tenemos diferentes tipos de guantes:

A) Guantes de Piel: el ámbito de utilización es para todos aquellos trabajos donde hay agresiones por golpes, cortes o erosiones. Son desaconsejados para trabajos con productos químicos o húmedos. El guante tiene que disponer de los siguientes elementos: ➢ Refuerzo protector del guante. ➢ Piel seleccionada grado “A” ➢ Forro parar proporcionar confort. ➢ Salva arterias ancha. ➢ Protectores de cosido. ➢ Dedal entero.	
B) Guantes de látex: el ámbito de utilización es para todos aquellos trabajos donde el ambiente de agresiones sean productos químicos. Son desaconsejados para trabajos con elementos cortantes o punzantes. Elementos de los que dispone: ➢ Superficie con rugosidad. ➢ Embocadura de goma.	

C) Guantes de piel de serraje: el ámbito de utilización es para trabajos de soldadura o con altas temperaturas, 50ºC<T<100ºC.	

1.2. Protección de la cabeza

Para proteger la cabeza de riesgos como golpes o caídas de objetos,tenemos:

A) Casco: este sirve en ➢ Trabajos donde haya máquinas (retro, dúmper, etc..) ➢ Trabajos en zanjas ➢ Trabajos en andamios ➢ Trabajos en altura ➢ Trabajos realizados con pistolas grapadoras.	

1.3. Protección de las vías respiratorias

Para proteger las vías respiratorias de riesgos laborales tenemos:

A) Máscaras contra polvo y gases: ➢ Operaciones de pintura y recubrimiento. ➢ Manipulación de disolventes o materiales que contengan (tintes, adhesivos, limpiadores). ➢ Algunos pesticidas. ➢ Barnices y encolados.	
B) Máscara autofiltrante para pólvoras fibrógenas: ➢ Corte de piedra. ➢ Limpieza de fachadas. ➢ Limpieza de edificios abandonados.	
C) Contra el polvo máscara autofiltrante para pólvoras no tóxicas: ➢ Corte de piedra. ➢ Limpieza de fachadas. ➢ Limpieza de edificios abandonados.	

1.4. Protección del cuerpo

Para proteger el cuerpo de riesgos laborales tenemos:

Riesgos	Origen y forma de los riesgos	Factores a tener en cuenta para la elección y utilización de la ropa de trabajo
Acciones generales.	➢ Por contacto. ➢ Desgaste debido a la utilización	➢ Protección del tronco. ➢ Resistencia al desgarro, alargamiento, al principio de la rasgadura
Acciones mecánicas	➢ Por abrasivos de decapaje, objetos puntiagudos y cortantes.	➢ Resistencia a la penetración
Acciones térmicas	➢ Productos ardientes o fríos, temperatura ambiente. ➢ Contacto con las llamas. ➢ Para trabajos de soldadura.	➢ Aislamiento contra el frío y el calor, mantenimiento de la función protectora. ➢ Incombustibilidad, resistencia a la llama. ➢ Protección resistencia a la radiación y a las proyecciones de metal en fusión.
Acción de electricidad	➢ Tensión eléctrica.	➢ Aislamiento eléctrico.
Acciones químicas	➢ Daños debidos a acciones químicas.	➢ Estanqueidad y resistencia a las agresiones químicas.
Acción de la humedad	➢ Penetración de agua	➢ Permeabilidad al agua.

Falta de visibilidad	➢ Percepción insuficiente.	➢ Color y retroreflexión.
Contaminación	➢ Contacto con productos radiactivos.	➢ Estanqueidad, aptitud para la descontaminación resistencia.

1.5. Protección de los oídos

Para proteger los oídos de riesgos laborales tenemos:

A) Tapones para el oído: **Ventajas:** ➢ Pequeños y fácilmente transportables ➢ Compatibles y confortables con otras protecciones personales ➢ Facilidad de movimientos en espacios confinados ➢ Costo más bajo **Inconvenientes:** ➢ Ruidoso al caminar y susceptible de producir resonancias. ➢ Requiere mayor tiempo de aprendizaje y colocación. ➢ No se puede introducir ni extraer con las manos sucias. ➢ No se puede utilizar en oídos sanos. ➢ Mal control visual de su utilización.	

B) Auriculares autónomos:

Ventajas:

- Protección mayor y más variable.
- Buena adaptación.
- Mejor admitidos por los operarios.
- Fácil control visual de su utilización.
- Las afecciones lleves de oído no descartan su uso.
- Se pierden con menos facilidad.

Inconvenientes:

- Molestos en ambientes calurosos.
- Mantenimiento, conservación y almacenaje.
- El uso continuado reduce la protección (se reduce el ajuste).
- Dificultan el movimiento de los operarios.
- Son más caros.
- Transmiten la vibración a la parte ósea.

1.6. Protección de la columna vertebral

Para proteger la columna vertebral de riesgos laborales tenemos:

A)Faja Lumbar Normas de utilización: ➢ En todos los trabajos en los que haya riesgo de sobreesfuerzos. ➢ En todos aquellos trabajos en los que haya vibraciones por la actividad o por la maquinaria utilizada. ➢ En todos aquellos trabajos que supongan levantamiento de pesos.	

1.7. Protección de los pies

Para proteger los pies de riesgos laborales tenemos:

A) Para la protección de los pies se utilizará una bota estándar, la presencia de la puntera de seguridad protege contra un impacto equivalente a 200 julios. Calzado de protección con suela antiperforante: ➢ Trabajos de obra grande, ingeniería civil y construcción de carreteras. ➢ Trabajos en andamios. ➢ Obras de demolición. ➢ Obras de construcción de hormigón, encofrado y desencofrado. ➢ Actividades en las obras de construcción o áreas de almacenaje. ➢ Obras de azoteas. ➢ Reparación de aceras.	

Calzado de protección sin suela antiperforante: ➢ Trabajos en puentes metálicos, edificios metálicos de gran altura, postes, torres, ascensores, etc.. ➢ Obras de construcción, montaje de instalaciones de calefacción, ventilación y estructuras metálicas. ➢ Trabajos en canteras, explotaciones a cielo abierto y desplazamiento de escombros. ➢ Instalaciones eléctricas, agua, gas, etc. Calzado de seguridad con taco y antiperforante: ➢ Obras de azotea.	

1.8. Protección de Anti caídas

Para protegerse una caida por riesgos laborales tenemos:

A) El ámbito de utilización del Arnés y cinturón de seguridad será preceptivo para todos los trabajos en altura. Se clasifican del siguiente modo: ➢ Sistema de sujeción en posición de trabajo. ➢ Sistema anticaídas. ➢ Dispositivos anticaídas. ➢ Dispositivos de descenso.	Arnés

Actividades que pueden requerir la utilización de estos equipos de protección: ➢ Trabajos en andamios. ➢ Montaje de piezas prefabricadas. ➢ Trabajos en postes. ➢ Trabajos en pozos y canalizaciones. ➢ Trabajos con plataforma móvil. ➢ Trabajos con cesta de brazo hidráulico.	Cinturón de Seguridad

1.9. Protección de Ocular

Para proteger la vista de riesgos laborales tenemos:

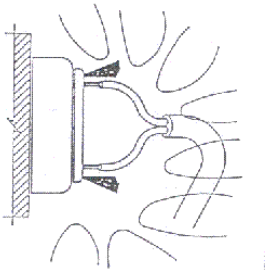
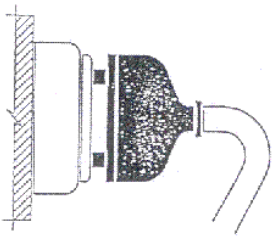
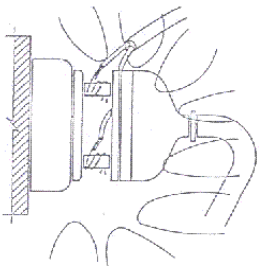
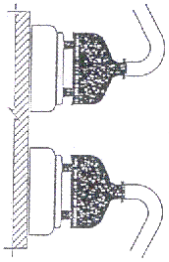
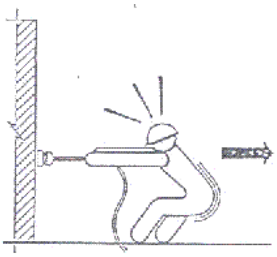
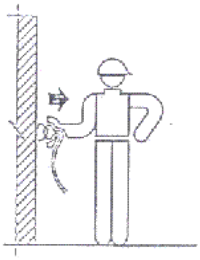
A) El equipo escogido deberá: En caso de riesgo múltiple que exija el uso de varios equipos, deberán ser compatibles. Ser de uso personal; si por circunstancias es necesario el uso de un equipo por varios trabajadores, se deberán tomar medidas para que no causen ningún problema de salud o de higiene. Protectores para su uso frente a : ➢ Uso básico ➢ Radiación ➢ Gotas de líquido ➢ Rayo de líquido ➢ Partículas grandes de polvo ➢ Partículas finas de polvo ➢ Arco eléctrico ➢ Corte con radial ➢ Soldadura oxiacetilénica	Careta de Soldador Gafas de soldar Lentes de Protección

➢ Oxicorte	

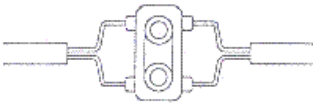
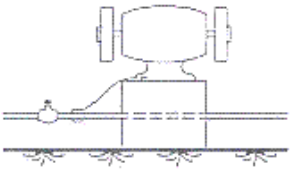
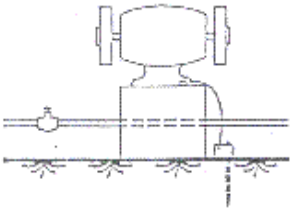
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA

A continuacion daremos unas recomendaciondes de como se debe tener las conexiones elecricas en la obra asegurando la “Seguridad y salud" para prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales.

2.1. Conexiones incorrectas

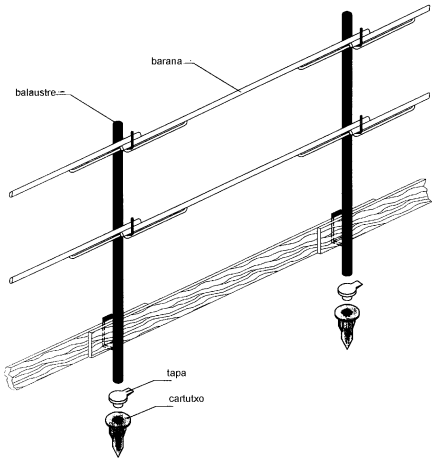
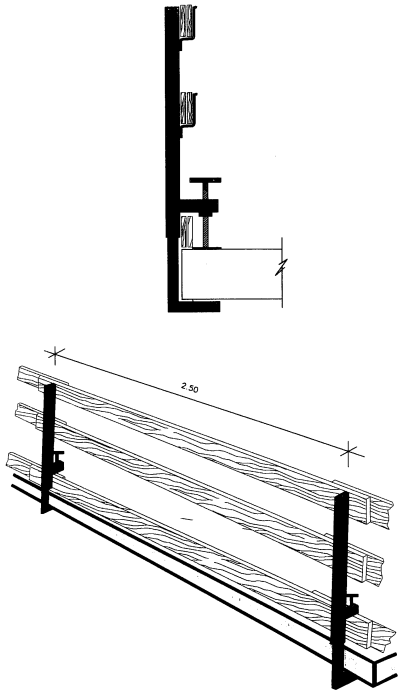
No son correctas:	Si son correctas:
	
	
	

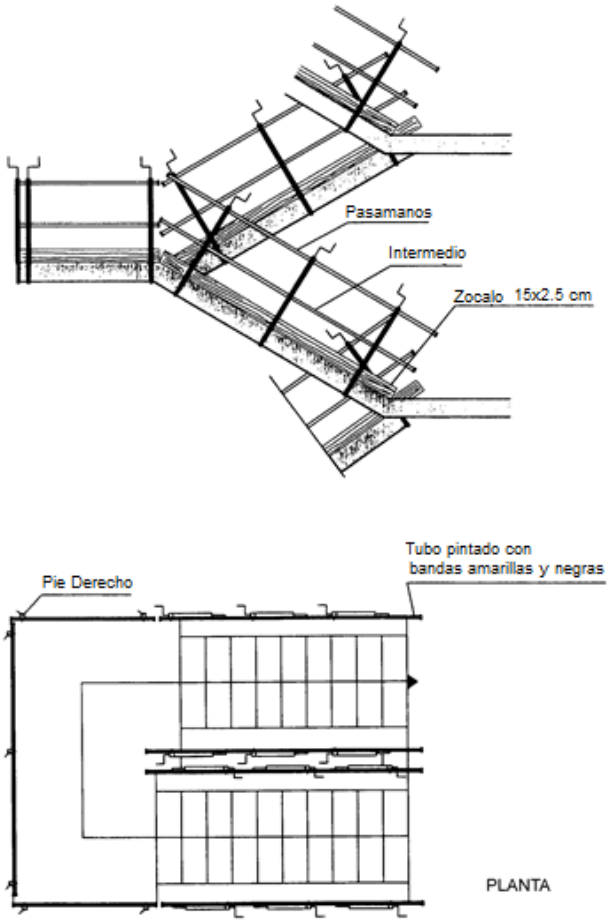
2.2. Conexiones prohibidas

No son correctas:	Si son correctas:
	
	

3. INSTALACION DE BARANDAS

Uno de los sistemas de protección más utilizado en las obras de edificación para la protección de bordes de forjados, ya sean perímetros o interiores, son las barandas, considerando éstas como el conjunto formado por elementos verticales y horizontales de protección. La altura mínima permitida es de 90cm. Las barandas deberán ser rígidas y con la resistencia adecuada.

A) Tipo Balaustre:	
B) Tipo Sargento:	

C) Para escaleras:	

4. MEDIOS AUXILIARES

4.1. Mezcladora de concreto

La utilizacion de esta maquina conlleva los riesgos de atrapamientos, de contactos eléctricos, golpes para que no se produzcan accidentes: Se comprobará que las tomas de los enchufes estén en buen estado y las clavijas serán estancas. La correa de transmisión y los órganos móviles, motor, polea, etc. deben estar siempre con las protecciones colocadas. Se colocará dentro del perímetro cerrado de la obra. Estará en buen estado de conservación para no producir otros riesgos a causa del mal funcionamiento de ésta. No introducir nunca ninguna parte del cuerpo dentro del bombo cuando la hormigonera esté en marcha para que las aspas interiores no produzcan golpes. En caso de manipularla se realizará entre varias personas para no sufrir sobreesfuerzos	

4.2. Sierra Radial

La sierra radial comporta el riesgo de cortes y heridas por contacto con el disco y también el de proyección de fragmentos y trozos del disco en caso de rotura de los mismos, con los consiguientes riesgos de proyección de partículas a los ojos.

Para realizar las tareas de trabajo con la máquina radial se:

- Comprobará que la máquina tiene el interruptor desconectado
- Comprobará que dispone del resguardo del disco correspondiente
- Comprobación de las tomas de corriente
- Utilización de guantes
- Utilización de gafas antiimpactos
- Calzado de seguridad

4.3. Martillo eléctrico y neumático

El martillo eléctrico y pneumático comporta los riesgos de proyección de fragmentos y partículas, el ruido, las vibraciones y el polvo.

Para realizar las tareas de trabajo con el martillo :

- Se comprobará que disponga de los enchufes en buen estado.
- Se comprobarán las tomas de aire.
- Se utilizarán guantes, calzado de seguridad, gafas y protectores acústicos)

4.4. Herramientas Auxiliares

Martillo, pico, pala, paleta, cubo, maceta, escarpa, etc. Las herramientas que disponen estarán en buen estado de conservación , y en caso contrario la empresa les proporcionará herramientas en buen estado para que éstas no comporten otros riesgos por causas del mal estado de las mismas. Los trabajos se realizarán con cuidado de no golpear al resto de compañeros. Al finalizar el trabajo no hay que dejar las herramientas abandonadas en el suelo, ya que esto provoca caídas y golpes. Las herramientas eléctricas enchufarlas con la clavija , no directamente con los cables.	

4.5. Máquina de movimiento de tierras

A) Riesgos mas frecuentes:

- Atropellos o atrapamientos.
- Vuelcos y deslizamientos de la máquina.
- Maquinas en marcha fuera de control
- Caídas por pendientes.
- Choques con otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Ruido y vibraciones.
- Interferencias con infraestructuras urbanas.
- Quemaduras, golpes o caídas de objetos y personas.

B) Medidas preventivas:

- Perfecto conocimiento de la maquinaria a utilizar.
- Correcto uso y mantenimiento de la maquinaria.
- Se prohíbe el acceso a personas no autorizadas.
- Se prohíbe levantar o transportar personal.
- Uso de los EPI recomendables.
- Se prohíbe el acceso a la zona de influencia de la maquina mientras este trabajando.
- Se colocarán banderolas para impedir el contacto con líneas eléctricas aéreas.

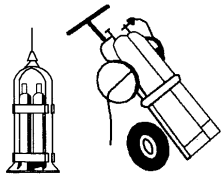
5. SOLDADURA

5.1. Grupo oxicorte

A) Observaciones:

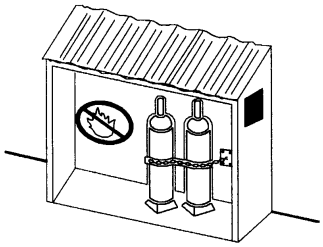
- No se utilizará grasa en la manipulación de las botellas de oxigeno.
- Se utilizarán siempre en posición vertical y sujetos.
- Se revisará periódicamente el estado de los equipos, comprobando la posible existencia de fugas en el grupo oxicorte y el estado del cable de alimentación en la soldadura eléctrica.
- Se harán revisiones o inspecciones por personal especializado.

Transporte

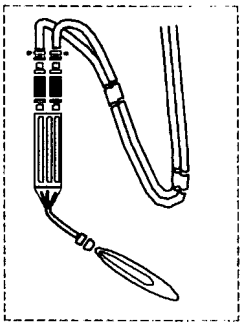


Vertical y horizontal

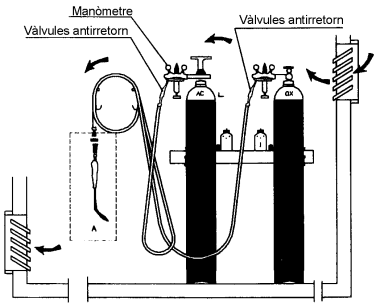
Almacenaje



Detalle Doble de válvula antirretorno



Instalación de bombonas de oxígeno y acetileno



FORMULARIO Nº 01

ANEXO 01

PERÚ Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

REGLAMENTO DE LA LEY Nº 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

NOTIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

(Art. 112º, Art. 113º y Art. 114º)

AÑO _____ MES _____

MARCAR CON UNA (X) EN LO QUE CORRESPONDA (Para ser llenado por el Empleador).

AVISO DE ACCIDENTE MORTAL (Art. 112º) ☐

AVISO DE INCIDENTE PELIGROSO (Art. 112º) ☐

1.- FECHA DE PRESENTACIÓN ☐☐☐☐☐☐
DÍA MES AÑO

I.- DATOS DEL EMPLEADOR

2.- RAZÓN SOCIAL:

3.- RUC:

4.- DOMICILIO PRINCIPAL:

5.- DEPARTAMENTO

6.- PROVINCIA

7.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

8.- ACTIVIDAD ECONÓMICA (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

9.- Nº DE TRABAJADORES

M ☐ F ☐

10.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

II.- DATOS DE LA EMPRESA USUARIA (DONDE EJECUTA LAS LABORES)

11.- RAZON SOCIAL:

12.- RUC:

13.- DOMICILIO PRINCIPAL:

14.- DEPARTAMENTO

15.- PROVINCIA

16.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

17.- ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

18.- Nº DE TRABAJADORES

M ☐ F ☐

19.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

Nota.- La notificación se efectúa mediante el aplicatico electrónico puesto a disposición en el portal institucional del MTPE. En aquellas zonas geográficas en las que no exista acceso a internet, con carácter excepcional, la notificación se efectúa mediante formato manual debidamente llenado, que será presentado a la Dirección Regional y / o Zona de Trabajo y Promoción del Empleo que corresponda. Se entiende que el **AVISO DE ACCIDENTE DE TRABAJO MORTAL (Art. 112º)** y, **AVISO DE INCIDENTE PELIGROSO (Art. 112º)** serán notificados al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo dentro de las 24 horas de ocurrido o conocido el hecho.

III.- DATOS DEL TRABAJADOR ACCIDENTADO (en caso de tratarse de accidente mortal)

20.- APELLIDOS Y NOMBRES

21.- DNI / CE

22.- DOMICILIO

23.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

24.- DEPARTAMENTO

25.- PROVINCIA

26.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

27.- CATEGORÍA OCUPACIONAL

TABLA Nº 01

28.- ASEGURADO (Marcar)

Si | No

29.- ESSALUD

30.- EPS

31.- EDAD

32.- FECHA DEL ACCIDENTE

DÍA MES AÑO

33.- HORA DEL ACCIDENTE

H MM

34.- GÉNERO

M F

35.- FORMA DEL ACCIDENTE (TABLA Nº 03)

36.- AGENTE CAUSANTE (TABLA Nº 04)

IV.- DATOS DEL INCIDENTE PELIGROSO

37.- FECHA:

DÍA MES AÑO

38- HORA

H MM

39.- TIPO DE INCIDENTE PELIGROSO (TABLA Nº 07)

40.- DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE PELIGROSO:

TABLAS DEL FORMATO Nº 01

Tabla 1: CATEGORIA DEL TRABAJADOR

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	FUNCIONARIO
2	EMPLEADO
3	OBRERO
4	CAPATÁZ
5	OPERARIO
6	OFICIAL
7	PEÓN
8	AGRICULTOR
0	OTROS 8ESPECIFICAR)

Tabla 2: ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

CÓDIGO CIIU	
A	Agricultura
B	Pesca
C	Minas y Canteras
D	Manufactura
E	Electricidad, Gas y Agua
F	Construcción
G	Comercio
H	Hoteles y Restaurantes
I	Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones
J	Intermediación Financiera
K	Activ. Inmob. Empresariales
L	Administración Pública y defensa
M	Enseñanza
N	Servicios sociales y de salud
O	Servicios.

Tabla 3: FORMA DEL ACCIDENTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	CAIDA DE PERSONAS A NIVEL
2	CAIDA DE PERSONAL DE ALTURA
3	CAIDA DE PERSONAS AL AGUA
4	CAIDA DE OBJETOS
5	DERRUMBES O DESPLOMES DE INSTALACIONES
6	PISADAS SOBRE OBJETO
7	CHOQUE CONTRA OBJETO
8	GOLPES POR OBJETOS (EXCEPTO CAIDAS)
9	APRISIONAMIENTO O ATRAPAMIENTO
10	ESFUERZOS FISICOS O FALSOS MOVIMIENTOS
11	EXPOSICIÓN AL FRÍO
12	EXPOSICIÓN AL CALOR
13	EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES
14	EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES
15	EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS
16	CONTACTO CON ELECTRICIDAD
17	CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS
18	CONTACTO CON PLAGUICIDAS
19	CONTACTO CON FUEGO
20	CONTACTO CON MATERIAS CALIENTES O INCANDESCENTES
21	CONTACTO CON FRÍO
22	CONTACTO CON CALOR
23	EXPLOSIÓN O IMPLOSIÓN
24	INCENDIO
25	ATROPELLAMIENTO POR ANIMALES
26	MORDEDURA DE ANIMALES
27	CHOQUE DE VEHÍCULOS
28	ATROPELLAMIENTO POR VEHÍCULOS
29	FALLA EN MECANÍSMOS PARA TRABAJOS HIPERBÁRICOS
30	AGRESIÓN CON ARMAS
00	OTRAS FORMAS

Tabla 4: AGENTE CAUSANTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
PARTES DE LA EDIFICACIÓN	
1	PISO
2	PAREDES
3	TECHO
4	ESCALERA
5	RAMPAS
6	PASARELAS
7	ABERTURAS, PUERTAS,PORTONES, PERSIANAS
8	VENTANAS
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	
9	TUBOS DE VENTILACIÓN
10	LÍNEAS DE GAS
11	LÍNEAS DE AIRE
12	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE AGUA
13	CABLEADO DE ELÉCTRICIDAD
14	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE MATERIAS PRIMAS O PRODUCTOS
15	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE DESAGUES
16	REJILLAS
17	ESTANTERÍAS
18	ELÉCTRICIDAD
19	VEHÍCULOS O MEDIOS DE TRANSPORTE EN GENERAL
20	MÁQUINAS Y EQUIPOS EN GENERAL
21	HERRAMIENTAS (PORTATILES, MANUALES, MECÁNICOS, ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS, ETC.)
22	APARATOS PARA IZAR O MEDIOS DE ELEVACIÓN
23	ONDA EXPANSIVA
MATERIALES Y/O ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO	
24	MATRICES
25	PARALELAS
26	BANCOS DE TRABAJO
27	RECIPIENTES
28	ANDAMIOS
29	ARCHIVOS
30	ESCRITORIOS
31	ASIENTOS EN GENERAL
32	MUEBLES EN GENERAL
33	MATERIAS PRIMAS
34	PRODUCTOS ELABORADOS
OTROS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS AL AMBIENTE DE TRABAJO	
35	ANIMALES
36	VEGETALES
37	FACTORES CLIMÁTICOS
38	ARMA BLANCA
39	ARMA DE FUEGO
40	SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 7: TIPO DE INCIDENTE PELIGROSO

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	EXPLOSIONES DE SUSTANCIAS (SÓLIDOS, LÍQUIDOS, GASEOSOS)
2	EXPLOSIONES DE RECIPIENTES A PRESIÓN
3	EXPLOSIONES POR TIRO CORTADO
4	ESCAPES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS (TÓXICAS, CORROSIVAS, ASFIXIANTES, ETC.)
5	ESCAPES DE SUSTANCIAS RADIOACTIVAS
6	DERRUMBES (ZANJAS, TALUDES, CALZADURAS, EXCAVACIONES, ETC.)
7	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS
8	CAÍDA DE CARGAS IZADAS (CONTENEDORES, PAQUETES DECARGAS, ETC.)
9	DESPLOME DE RUMAS DE CARGAS ALMACENADAS
10	DESPLOME DE INSTALACIONES CIVILES (PAREDES, TECHOS, PISOS)
11	DESPLOME DE ESTRUCTURAS (ANDAMIOS, ESTRUCTURAS METÁLICAS, TORRES DE ALTA TENSIÓN, ETC.)
12	CAÍDA DE CABLES DE ALTA TENSIÓN - CONTACTO DE MAQUINARIAS O PARTE DE ELLAS CON CABLES DE ALTA TENSIÓN
13	GENERACIÓN DE RUIDOS CONTINUOS SOBRE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
14	FUGA DE AGENTES PATÓGENOS
15	FUGA, DERRAME DE MATERIALES Y QUÍMICOS PELIGROSOS
16	TRASLADO DE MATERIALES Y QUÍMICOS PELIGROSOS SIN PLAN DE CONTINGENCIA
17	EXPOSICIÓN A LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN CON O SIN INSTALACIÓN A TIERRA
18	INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS SIN REALIZAR PREVIAMENTE EL MONITOREO DE AGENTES NOCIVOS
19	VOLCADURA DE BOTELLAS PRESURIZADAS
20	TORMENTAS ELÉCTRICAS INUSUALES
21	ATRAPAMIENTO SIN DAÑO (DENTRO, FUERA, ENTRE, DEBAJO)
22	GENERACIÓN DE VOLCADURA CON EXPLOSIVOS SIN PREVIO AVISO
23	OPERAR EQUIPOS, MÁQUINAS SIN AUTORIZACIÓN Y / O LICENCIA
24	DESACTIVAR DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD SIN AVISO O AUTORIZACIÓN
25	USAR EQUIPOS, MÁQUINAS INADECUADAS
26	USAR EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL INADECUADOS EN TRABAJOS DE ALTO RIESGO
27	DESASTRES NATURALES
28	EXPOSICIÓN EN EXCESO A QUÍMICOS
29	EXPOSICIÓN EN EXCESO A TEMPERATURAS EXTREMAS
30	EXPOSICIÓN CONTINUA A EXCESIVA ILUMINACIÓN
31	EXPOSICIÓN EN AMBIENTES CON VENTILACIÓN INADECUADA
32	TRABAJOS CON CAPACIDAD FÍSICA / FISIOLÓGICA INADECUADA
33	TRABAJOS CON CAPACIDAD MENTAL / PSICOLÓGICA INADECUADA
34	TRABAJOS CON ESTRÉS MENTAL O PSICOLÓGICO
35	CAIDA DE UN ASCENSOR
36	CHOQUE DE VEHÍCULOS DE TRABAJO
37	DERRUMBE DE UNA CONSTRUCCIÓN
38	DERRUMBE DE UNA MINA
39	INCENDIO DE UN CENTRO DE TRABAJO
00	OTROS

FORMULARIO Nº 02

ANEXO 02

PERÚ Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

REGLAMENTO DE LA LEY Nº 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

NOTIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

(Art. 112º, Art. 113º y Art. 114º)

AÑO_____ MES _____

MARCAR CON UNA (X) EN LO QUE CORRESPONDA (Para ser llenado por el Centro Médico Asistencial)

AVISO DE ACCIDENTE NO MORTAL (Art. 112º) ☐ AVISO DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES (Art. 112º) ☐

1.- FECHA DE PRESENTACIÓN ☐☐☐☐☐☐
DÍA MES AÑO

I.- DATOS DEL EMPLEADOR

2.- RAZÓN SOCIAL:

3.- RUC:

4.- DOMICILIO PRINCIPAL:

5.- DEPARTAMENTO

6.- PROVINCIA

7.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

8.- ACTIVIDAD ECONÓMICA (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

9.- Nº DE TRABAJADORES

M F

10.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

II.- DATOS DE LA EMPRESA USUARIA (DONDE EJECUTA LAS LABORES)

11.- RAZÓN SOCIAL:

12.- RUC:

13.- DOMICILIO PRINCIPAL:

14.- DEPARTAMENTO

15.- PROVINCIA

16.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

17.- ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL (DETALLAR)

CIIU (TABLA Nº 02)

ER (no llenar)

18.- Nº DE TRABAJADORES

M F

19.- COD. PROV. y Nº TELÉFONO

Nota.- La notificación se efectúa mediante el aplicatico electrónico puesto a disposición en el portal institucional del MTPE. En aquellas zonas geográficas en las que no exista acceso a internet, con carácter excepcional, la notificación se efectúa mediante formato manual debidamente llenado, que será presentado a la Dirección Regional y / o Zona de Trabajo y Promoción del Empleo que corresponda. Se entiende que el **AVISO DE ACCIDENTE DE TRABAJO NO MORTAL (Art. 112º)** se notificará al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo hasta el último día hábil del mes siguiente y, **AVISO DE ENFERMEDADES OCUPACIONALES (Art. 112º)** se notificará al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, dentro de un plazo de (5) días hábiles de conocido el diagnóstico.

III.- DATOS DEL TRABAJADOR

20.- APELLIDOS Y NOMBRES:

21.- DNI / CE

22.- DOMICILIO:

23.- DEPARTAMENTO

24.- PROVINCIA

25.- DISTRITO

UBIGEO (no llenar)

26.- CATEGORÍA OCUPACIONAL (TABLA Nº 01)

27.-ASEGURADO (Marcar) SI NO

28.- ESSALUD

29.- EPS

30- EDAD

31.- GÉNERO M F

IV.- DATOS DEL ACCIDENTE DE TRABAJO (no mortal)

32.- FECHA DEL ACCIDENTE DIA MES AÑO

33.- HORA DEL ACCIDENTE H MM

34.- FORMA DE ACCIDENTE (TABLA Nº 03)

35.- AGENTE CAUSANTE (TABLA Nº 04)

CERTIFICACIÓN MÉDICA

36.- CENTRO MÉDICO ASISTENCIAL:

37.- RUC

38.- FECHA DE INGRESO DIA MES AÑO

39.- PARTE DEL CUERPO AFECTADO (TABLA Nº 05)

40.- NATURALEZA DE LA LESIÓN (TABLA Nº 06)

CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE (Marcar con una X en lo que corresponda)

41.- ACCIDENTE LEVE

42.- ACCIDENTE INCAPACITANTE:

42.-1 TOTAL TEMPORAL

42.-2 PARCIAL PERMANENTE

42.-3 TOTAL PERMANENTE

43.- ACCIDENTE MORTAL

V.- DATOS DE LA ENFERMEDAD PROFESIONAL U OCUPACIONAL

44.- NOMBRE Y NATURALEZA DE LA ENFERMEDAD OCUPACIONAL:

CIE. - 10 (TABLA Nº 08)

FACTOR DEL RIESGO CAUSANTE (Marcar con X los recuadros que corresponda)

45.- FÍSICOS

46.- QUÍMICOS

47.- BIOLÓGICOS

48.- ERGONÓMICO

49.- PSICO - SOCIAL

CERTIFICACIÓN MÉDICA

50.- CENTRO MÉDICO ASISTENCIAL:

51.- RUC:

52.- FECHA DE INGRESO: DÍA MES AÑO

53.- ENFERMEDAD OCUPACIONAL (TABLA Nº 08)

TABLAS DEL FORMATO Nº 02

Tabla 1: CATEGORIA DEL TRABAJADOR

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	FUNCIONARIO
2	EMPLEADO
3	OBRERO
4	CAPATÁZ
5	OPERARIO
6	OFICIAL
7	PEÓN
8	AGRICULTOR
0	OTROS ESPECIFICAR)

Tabla 2: ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

CÓDIGO CIIU	
A	Agricultura
B	Pesca
C	Minas y Canteras
D	Manufactura
E	Electricidad, Gas y Agua
F	Construcción
G	Comercio
H	Hoteles y Restaurantes
I	Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones
J	Intermediación Financiera
K	Activ. Inmob. Empresariales
L	Administración Pública y defensa
M	Enseñanza
N	Servicios sociales y de salud
O	Servicios.

Tabla 3: FORMA DEL ACCIDENTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	CAIDA DE PERSONAS A NIVEL
2	CAIDA DE PERSONAL DE ALTURA
3	CAIDA DE PERSONAS AL AGUA
4	CAIDA DE OBJETOS
5	DERRUMBES O DESPLOMES DE INSTALACIONES
6	PISADAS SOBRE OBJETO
7	CHOQUE CONTRA OBJETO
8	GOLPES POR OBJETOS (EXCEPTO CAIDAS)
9	APRISIONAMIENTO O ATRAPAMIENTO
10	ESFUERZOS FISICOS O FALSOS MOVIMIENTOS
11	EXPOSICIÓN AL FRÍO
12	EXPOSICIÓN AL CALOR
13	EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES
14	EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES
15	EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS
16	CONTACTO CON ELECTRICIDAD
17	CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS
18	CONTACTO CON PLAGUICIDAS
19	CONTACTO CON FUEGO
20	CONTACTO CON MATERIAS CALIENTES O INCANDESCENTES
21	CONTACTO CON FRÍO
22	CONTACTO CON CALOR
23	EXPLOSIÓN O IMPLOSIÓN
24	INCENDIO
25	ATROPELLAMIENTO POR ANIMALES
26	MORDEDURA DE ANIMALES
27	CHOQUE DE VEHÍCULOS
28	ATROPELLAMIENTO POR VEHÍCULOS
29	FALLA EN MECANISMOS PARA TRABAJOS HIPERBARICOS
30	AGRESIÓN CON ARMAS
00	OTRAS FORMAS

Tabla 4: AGENTE CAUSANTE

CODIGO	DESCRIPCIÓN
PARTES DE LA EDIFICACIÓN	
1	PISO
2	PAREDES
3	TECHO
4	ESCALERA
5	RAMPAS
6	PASARELAS
7	ABERTURAS, PUERTAS,PORTONES, PERSIANAS
8	VENTANAS
INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	
9	TUBOS DE VENTILACIÓN
10	LÍNEAS DE GAS
11	LÍNEAS DE AIRE
12	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE AGUA
13	CABLEADO DE ELÉCTRICIDAD
14	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE MATERIAS PRIMAS O PRODUCTOS
15	LÍNEAS O CAÑERÍAS DE DESAGUES
16	REJILLAS
17	ESTANTERÍAS
18	ELÉCTRICIDAD
19	VEHÍCULOS O MEDIOS DE TRANSPORTE EN GENERAL
20	MÁQUINAS Y EQUIPOS EN GENERAL
21	HERRAMIENTAS (PORTATILES, MANUALES, MECÁNICOS, ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS, ETC.)
22	APARATOS PARA IZAR O MEDIOS DE ELEVACIÓN
23	ONDA EXPANSIVA
MATERIALES Y/O ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO	
24	MATRICES
25	PARALELAS
26	BANCOS DE TRABAJO
27	RECIPIENTES
28	ANDAMIOS
29	ARCHIVOS
30	ESCRITORIOS
31	ASIENTOS EN GENERAL
32	MUEBLES EN GENERAL
33	MATERIAS PRIMAS
34	PRODUCTOS ELABORADOS
OTROS FACTORES EXTERNOS E INTERNOS AL AMBIENTE DE TRABAJO	
35	ANIMALES
36	VEGETALES
37	FACTORES CLIMÁTICOS
38	ARMA BLANCA
39	ARMA DE FUEGO
40	SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 5: PARTE DEL CUERPO AFECTADO

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	REGIÓN CRANEANA (CRÁNEO, CUERO CABELLUDO)
2	OJOS (CON INCLUSIÓN DE LOS PÁRPADOS, LA ÓRBITA Y EL NERVIO ÓPTICO)
3	BOCA (CON INCLUSIÓN DE LABIOS, DIENTES Y LENGUA)
4	CARA (UBICACIÓN NO CLASIFICADA EN OTRO EPÍGRAFE)
5	NARIZ Y SENOS PARANASALES
6	APARATO AUDITIVO
7	CABEZA, UBICACIONES MÚLTIPLES
8	CUELLO
9	REGIÓN CERVICAL
10	REGIÓN DORSAL
11	REGIÓN LUMBOSACRA (COLUMNA VERTEBRAL Y MUSCULAR ADYACENTES)
12	TÓRAX (COSTILLAS, ESTERNÓN)
13	ABDOMEN (PARED ABDOMINAL)
14	PELVIS
15	TRONCO, UBICACIONES MÚLTIPLES
16	HOMBRO (INCLUSIÓN DE CLAVÍCULAS, OMOPLATO Y AXILA)
17	BRAZO
18	CODO
19	ANTEBRAZO
20	MUÑECA
21	MANO (CON EXCEPCIÓN DE LOS DEDOS SOLOS)
22	DEDOS DE LA MANO
23	MIEMBRO SUPERIOR, UBICACIONES MÚLTIPLES
24	CADERA
25	MUSLO
26	RODILLA
27	PIERNA
28	TOBILLO
29	PIE (CON EXCEPCIÓN DE LOS DEDOS)
30	DEDOS DE LOS PIES
31	MIEMBRO INFERIOR, UBICACIONES MÚLTIPLES
32	APARATO CARDIOVASCULAR EN GENERAL
33	APARATO RESPIRATORIO EN GENERAL
34	APARATO DIGESTIVO EN GENERAL
35	SISTEMA NERVIOSO EN GENERAL
36	MAMAS
37	APARATO GENITAL EN GENERAL
38	APARATO URINARIO EN GENERAL
39	SISTEMA HAMATOPOYÉTICO EN GENERAL
40	SISTEMA ENDOCRINO EN GENERAL
41	PIE (SOLO AFECCIONES DÉRMICAS)
42	APARATO PSÍQUICO EN GENERAL
43	UBICACIONES MÚLTIPLES, COMPROMISO DE DOS O MAS SONAS AFECTADAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA
44	ÓRGANO, APARATO O SISTEMA AFECTADO POR SUSTANCIAS QUÍMICAS - PLAGUICIDAS
00	OTROS

Tabla 6: NATURALEZA DE LA LESIÓN

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	ESCORIACIONES
2	HERIDAS PUNZANTES
3	HERIDAS CORTANTES
4	HERIDAS CONTUSAS (POR GOLPES O DE BORDES IRREGULA)
5	HERIDA DE BALA
6	HERIDA DE TEJIDOS
7	CONTUSIONES
8	TRAUMATISMOS INTERNOS
9	TORCEDURAS Y ESQUINCES
10	LUXACIONES
11	FRACTURAS
12	AMPUTACIONES
13	GANGRENAS
14	QUEMADURAS
15	CUERPO EXTRAÑO EN OJOS
16	ENUCREACIÓN (PÉRDIDA OCULAR)
17	INTOXICACIONES
18	INTOXICACIONES POR PLAGUICIDAS
19	ASFIXIA
20	EFECTOS DE ELÉCTRICIDAD
21	EFECTOS DE LAS RADIACIONES
22	DISFUNCIONES ORGÁNICAS
00	OTROS

Tabla 8: ENFERMEDAD PROFESIONAL U OCUPACIONAL

CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	ASMA PROFESIONAL CAUSADA POR AGENTES SENSIBILIZANTES O IRRITANTES
2	ENFERMEDADES OCACIONADAS POR AGENTES QUÍMICOS, TÓXICOS Y OTROS
3	SILICOSIS
4	ASBESTOSIS
5	NEUMOCONIOSIS POR EXPOSICIÓN A POLVO DE CARBÓN
6	TALCOSIS, SILICOCAOLINOSIS Y OTRAS SILICATOSIS
7	NEOPLASIA POR EXPOSICIÓN AL ASBESTO
8	NEOPLASIA MALIGNA POR EXPOSICIÓN AL CLORURO DE VINILO
9	HIPOACUSIA O SORDERA PROVOCADA POR EL RUIDO
10	ENFERMEDADES OSTEOARTICULARES O ANGIONEURÓTICAS PROVOCADAS POR LAS VIBRACIONES MECÁNICAS
11	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR LAS VIBRACIONES REPETIDAS DE TRANSMISIÓN VERTICAL
12	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR POSTURAS FORZADAS Y MOVIMIENTOS REPETIDOS EN EL TRABAJO
13	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR TRABAJOS BAJO PRESIÓN DE AIRE Y AGUA
14	ENFERMEDADES PROVOCADAS POR RADIACIONES IONIZANTES
15	VIRUS DE HEPATITIS B, HEPATITIS C, VIH Y OTRAS INFECCIONES VIRÍCAS
16	MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS
17	LEISHMANÍA DONAVANI TRÓPICA
00	OTRAS FORMAS

NORMA TECNICA PERUANA

NTP 399.010-1
2004

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138 - San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima-Perú

SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad

SECURITY SIGNALS. Colours, symbols, forms and dimensions of security signals. Part 1: Rules for design of security signals

2004-12-02
2ª Edición

R.0131-2004/INDECOPI-CRT.Públicada el 2005-01-13 Precio basado en 94 páginas
I.C.S.: 13.100.01 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Señales de seguridad, colores, símbolos, formas, dimensiones, reglas para el diseño

ÍNDICE

página

	INDICE	i
	PREFACIO	iii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	2
4.	DEFINICIONES	2
5.	COLORES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	6
6.	COLORES DE CONSTRASTE	7
7.	SÍMBOLOS	7
8.	FORMAS GEOMÉTRICAS Y SIGNIFICADO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	8
9.	TIPOS DE SEÑALES SEGÚN LUMINISCENCIA	10
10	REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD	10
11.	UBICACIÓN DE LA INFORMACIÓN ADICIONAL, CARTELES DE SEGURIDAD Y SEÑALES MÚLTIPLES	16
12.	DISEÑO DE LAS FRANJAS DE SEGURIDAD	22
13.	RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD Y LA DISTANCIA DE OBSERVACIÓN	24
14.	MATERIALES	24
15.	SEÑALIZACIÓN BÁSICA	25
16.	ANTECEDENTES	26
	ANEXOS	

ANEXO A 27
ANEXO B 33
ANEXO C 93
ANEXO D 94

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Seguridad contra Incendios, durante los meses de octubre de 2003 a marzo de 2004, mediante el Sistema 2 u Ordinario, utilizando como antecedentes a los que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Seguridad Contra Incendios presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2004-04-21 el PNTP 399.010-1:2004, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-07-27. Habiéndose presentado observaciones las cuales fueron revisadas por el Comité Técnico de Normalización en coordinación con la Comisión, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 399.010-1:2004 SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad**. 2ª Edición, el 13 de enero del 2005.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 399.010:1974. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE NORMA TÉCNICA PERUANA

SECRETARÍA	Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI
PRESIDENTE	Felipe De Rivero Rodríguez - Comité de Fabricantes de extintores de la SNI
VICEPRESIDENTE	Jorge Herbozo Valverde
SECRETARIO	Víctor Ernesto Ulloa Montoya
ENTIDAD	**REPRESENTANTE**
Dirección Nacional de Industrias	Raúl Flores Martínez

Ministerio de la Producción Comandancia General del Ejercito Ministerio de Defensa	Apolinario Huamán Marallano
Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú	Arturo Nolte Maldonado
Alpe Corporación S.A.	Pedro Díaz Correa Martín Palma Camargo
De Rivero Industrial S.A.C.	Guillermo Guembes Ramos Constante Horna
EGRAF Perú SAC.	Ernesto Herrera de Rivero
ETALÓN S.A.	Jacobo Gutarra Alvarez
EXANCO S.A.	Jorge Herbozo
FADEX S.A.C.	Luis Mathey
FIREMAN'S	Saul Montenegro
Instituto Nacional de Defensa Civil	Jhonny Palomino Zevallos Eric Iván Cárdenas Erazo Rolando Jara Díaz
MAPROTEC SAC	María Cardenas

---oooOooo---

SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos, para el diseño, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad.

1.2 El sistema adoptado tiende a hacer comprender, mediante las señales de seguridad, con la mayor rapidez posible, la información para la prevención de accidentes, la protección contra incendios, riesgos o peligros a la salud, facilitar la evacuación de emergencia y también la existencia de circunstancias particulares.

1.3 La rapidez y la facilidad de la identificación de las señales de seguridad queda establecida por la combinación de los colores determinados con una definida forma geométrica, símbolo y leyenda explicativa (véase la Tabla 3).

1.4 En la presente Norma Técnica Peruana también se establecen la identificación de colores de seguridad y de contraste (véase Anexo A).

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. La edición indicada estaba en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de la norma citada seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO/CIE 10526	CIE standard illuminants for colorimetry
2.1.2	CIE 15.2	Colorimetry, second edition
2.1.3	CIE 54	Retroreflection-definition and measurement
2.1.4	IEC 60050-845:1987	International electrotechnical vocabulary (IEV)-Chapter 845:Lighting

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las señales de seguridad que se deben utilizar en todos los locales públicos, privados, turísticos, recreacionales, locales de trabajo, industriales, comerciales, centros de reunión, locales de espectáculos, hospitalarios, locales educacionales, así como lugares residenciales; con la finalidad de orientar, prevenir y reducir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de las emergencias a través de colores, formas, símbolos y dimensiones.

Los sectores que tengan disposiciones referentes a señales de seguridad con criterios normativos diferentes o no estén basados en normas técnicas ni son de aplicación universal deberán adecuarse a lo establecido en la presente Norma Técnica Peruana.

Esta Norma Técnica Peruana no es aplicable para la señalización del tránsito vehicular, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo ni aquellos sectores cuyas señales se rigen por normas especificas.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **cartel:** Es un aviso que contiene la señal de seguridad (véase 4.27) y la información adicional (véase 4.11) referida a la función de dicha señal.

4.2 **coeficiente de Retrorreflexión (**R´) **(De una superficie plana):** Cociente entre la intensidad luminosa (I) del material retrorreflectante, en la dirección de observación, y el producto de la iluminancia ($E_{\perp}$) sobre la superficie retrorreflectante, sobre un plano perpendicular a la dirección de la luz incidente, por la superficie (A).

$$R' = (I / E_{\perp} .A)$$

4.3 **color de contraste:** Es el color que complementa al color de seguridad, mejora las condiciones de visibilidad de la señal y hace resaltar su contenido.

4.4 **color de seguridad:** Color de características bien definidas, al que se le atribuye una significación determinada relacionada con la seguridad.

4.5 **detalle crítico:** Elemento de un símbolo gráfico sin el cual el símbolo gráfico no puede ser entendido.

4.6 **factor de luminancia** (en un punto sobre la superficie de un cuerpo no radiante por sí mismo, en una dirección dada, para condiciones de iluminación determinadas): Relación entre la luminancia del material considerado y la de un difusor – reflector de reflexión perfecta iluminado de forma idéntica.

4.7 **fluorescencia:** Fotoluminiscencia en la cual la radiación óptica emitida es el resultado de la transición directa del nivel de energía de fotoexitación a un nivel inferior. Esa transición tiene lugar generalmente dentro de los 10 ns después de la excitación.

[IEC 60050-845-04-20:1987]

4.8 **fotoluminiscencia:** Luminiscencia causada por absorción de la radiación óptica.

[IEC 60050-845-04-19:1987]

4.9 **fosforescencia:** Fotoluminiscencia retardada producida por almacenamiento de energía en un nivel intermedio.

[IEC 60050-845-04-23:1987]

4.10 **franjas de seguridad:** Franjas que adoptan el uso de colores de seguridad y/o colores de seguridad de contraste para transmitir un mensaje de seguridad o hacer llamativo o claramente visible un objeto o lugar.

4.11 **información adicional:** Es el texto que acompaña a la señal de seguridad que orienta o explica la mejor aplicación de la señal (véase el Anexo B).

4.12 **luminancia de contraste (k):** Luminancia del color de contraste de L_1 dividido por luminancia del color de seguridad de L_2, donde L_1 es mayor que L_2.

$$K = L_1 / L_2$$

4.13 **luminiscencia:** Emisión de radiación óptica por átomos, moléculas o iones de un material, en la cual ciertas longitudes de onda o regiones del espectro están en exceso de la radiación debido a la emisión térmica de este material a la misma temperatura, como un resultado de la excitación de estas partículas por otra energía de agitación térmica.

[IEC 60050-845-04-18:1987]

4.14 **materiales combinados:** Son materiales que combinan las características ópticas de los materiales retroreflectantes y fotoluminiscentes.

4.15 **material ordinario:** Material que no es ni retroreflectante ni fotoluminiscente.

4.16 **material reflectante:** Material que refleja la radiación en dirección contraria a la dirección desde la que proviene.

4.17 **señalización:** Es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc) que se pretende resaltar.

4.18 **señal de advertencia o precaución:** Es la señal de seguridad que advierte de un peligro o de un riesgo.

4.19 **señal de emergencia:** Es la señal de seguridad que indica la ubicación de materiales y equipos de emergencia.

4.20 **señal de evacuación:** Es la señal de seguridad que indica la vía segura de la salida de emergencia a las zonas de seguridad

4.21 **señal de información general:** Es la señal que proporciona información sobre cualquier tema que no se refiere a seguridad.

4.22 **señal de obligación:** Es la señal de seguridad que obliga al uso de implementos de seguridad personal

4.23 **señal de prohibición:** Es la señal de seguridad que prohibe un comportamiento susceptible de provocar un accidente y su mandato es total.

4.24 **señal de protección contra incendios:** Es la señal de seguridad que sirve para ubicar e identificar equipos, materiales o sustancias de protección contra incendios.

4.25 **señales fotoluminiscentes:** Son aquellas señales que emiten luz como consecuencia de la absorción previa de energía luminosa. Este efecto es temporal, (véase anexo A, figura A1).

4.26 **señales retroreflectantes:** Son aquellas señales que ante la presencia de un haz de luz lo reflecta sobre su superficie, (véase anexo A, figura A1).

4.27 **señal de seguridad:** Señal que por la combinación de una forma geométrica y de un color, proporciona una indicación general relativa a la seguridad y que, sí se añade un símbolo gráfico o un texto, proporciona una indicación particular relativa a la seguridad.

4.28 **símbolo (pictograma):** Es un dibujo o la imagen que describe una situación determinada, que indica información representativa, prohibición y que se utiliza en las señales de seguridad.

4.29 **texto de seguridad:** Son las palabras que acompañan a la señal de seguridad y le sirve de refuerzo.

5. COLORES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

5.1 Los colores de seguridad están indicados en la Tabla 1, donde se presenta el color y su significado.

5.2 Las características colorimétricas y fotométricas de los materiales deben ser acorde a lo indicado en el Anexo A.

TABLA 1 – Significado general de los colores de seguridad

Color empleados en las señales de seguridad	Significado y finalidad
ROJO	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios
AZUL[1]	Obligación
AMARILLO	Riesgo de peligro
VERDE	Información de Emergencia
1. El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular.	

6. COLORES DE CONTRASTE

6.1 Los colores de contraste, usados para destacar más el color de seguridad fundamental (véase Tabla 2), son los siguientes:

6.1.1 El blanco, como contraste para el rojo, azul y verde

6.1.2 El negro, como contraste para el amarillo.

TABLA 2 – Colores de contraste

Color de la señal de seguridad	Color de contraste
ROJO	BLANCO
AZUL	BLANCO
AMARILLO	NEGRO
VERDE	BLANCO

6.2 Se aplicarán los colores de contraste a los símbolos que aparezcan en las señales, de manera de lograr un mejor efecto visual.

6.3 Cuando se utilicen señales fotoluminiscentes, el color del material fotoluminiscente será su color de contraste.

7. SÍMBOLOS

7.1 Como complemento de las señales de seguridad se usarán una serie de símbolos en el interior de las formas geométricas definidas.

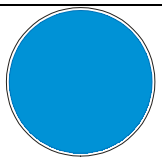
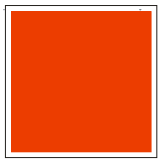
7.2 La presentación de los símbolos debe ser lo más simple posible y deben eliminarse los detalles que no sean esenciales y su dimensión debe ser proporcional al tamaño de la señal a fin de facilitar su percepción y comprensión

NOTA: En el Anexo B se presentan algunos ejemplos de señales de seguridad, símbolos y carteles de seguridad.

8. FORMAS GEOMÉTRICAS Y SIGNIFICADO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

Las formas geométricas, significado, colores de seguridad y contraste de las señales de seguridad, así como ejemplos de uso para los citados colores, están indicadas en la Tabla 3.

TABLA 3 – Forma geométrica y significado general

FORMA GEOMETRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DEL PICTOGRAMA	EJEMPLO DE USO
CIRCULO CON DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO[a]	NEGRO	Prohibido fumar. Prohibido hacer fuego. Prohibido el paso de peatones.
 CIRCULO	OBLIGACIÓN	AZUL	BLANCO[a]	BLANCO	Use protección ocular Use traje de seguridad. Use mascarilla.
TRIANGULO EQUILÁTERO	ADVERTENCIA	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	Riesgo eléctrico. Peligro de muerte. Peligro ácido corrosivo
CUADRADO RECTÁNGULO	CONDICION DE SEGURIDAD RUTAS DE ESCAPE EQUIPOS DE SEGURIDAD	VERDE	BLANCO[a]	BLANCO	Dirección que debe seguirse. Punto de reunión. Teléfono de emergencia.
 CUADRADO RECTÁNGULO	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO[a]	BLANCO	Extintor de incendio Hidrante incendio. Manguera contra incendios.

CUADRADO RECTÁNGULO	INFORMACIÓN ADICIONAL	BLANCO O EL COLOR DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	NEGRO O EL COLOR DE CONTRASTE DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO O EL DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD RELEVANTE	Mensaje adecuado que refleja el significado del símbolo gráfico.
[a] EL COLOR BLANCO DE CONTRASTE INCLUYE EL COLOR DE CONTRASTE PARA MATERIALES FOSFORESCENTES BAJO LA LUZ DE DIA CON PROPIEDADES DEFINIDAS EN LA TABLA 4.					

9. TIPOS DE SEÑALES SEGÚN SU LUMINISCENCIA

Las señales de acuerdo a su comportamiento ante la luz se clasifican en:

- Señales convencionales
- Señales fotoluminiscentes
- Señales retroreflectantes

10. REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

10.1 Propósito

10.1.1 El propósito de las señales y colores de seguridad es atraer rápidamente la atención de situaciones y objetos que afecten la seguridad y la salud, para lograr un entendimiento rápido de un mensaje específico.

10.1.2 Solo se deben usar señales de seguridad cuando estén relacionadas con la seguridad y la salud.

10.2 Generales

10.2.1 El nivel de iluminación permanente en la superficie de la señal debe ser como mínimo de 50 lux.

10.2.2 Cuando en una instalación no se obtenga el nivel de iluminación especificado en el punto anterior, se debe emplear un alumbrado adicional y se deben utilizar señales fotoluminiscentes, en cuyo caso el color de fondo y el de contraste correspondientes al de seguridad y del símbolo respectivamente, podrán invertirse a objeto de lograr una mejor visualización de la señal. Se deberá tener presente la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia para cada caso específico.

10.2.3 Dentro de los símbolos no debe colocarse texto.

10.2.4 Solamente se deben usar cinco tipos básicos de señales de seguridad, obtenidos de la combinación de los colores de seguridad, formas geométricas y colores de contraste establecidas en el capítulo 8.

10.2.5 Cuando no se cuente con un símbolo gráfico para indicar un mensaje particular deseado, se usara como señal la forma geométrica apropiada conjuntamente con una información adicional.

10.3 De prohibición (véase Figura 1)

10.3.1 Color de fondo: Blanco

10.3.2 Anillo y banda diagonal: Rojo

10.3.3 Símbolo o texto: Negro

10.3.4 Borde: Blanco

10.3.5 El símbolo o texto debe colocarse en el centro de la señal y no debe tapar la barra transversal.

10.3.6 El color rojo debe cubrir como mínimo el 35 % de la superficie total de la señal.

10.3.7 En el caso de que no exista ningún símbolo que signifique una determinada intención, el mensaje debe transmitirse utilizando preferentemente la señal de prohibición (véase Figura 1) sin ningún símbolo, acompañada de un texto colocado sobre el cartel o incluso utilizando en lugar de un símbolo un texto colocado sobre la misma señal de prohibición.

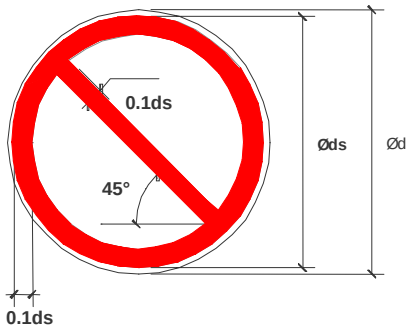


FIGURA 1 – Señal de prohibición

10.4 De obligación (véase Figura 2)

10.4.1 Color de fondo: Azul

10.4.2 Símbolo : Blanco

10.4.3 Borde: Blanco

10.4.4 El color azul debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.4.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del diámetro de la señal

10.4.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

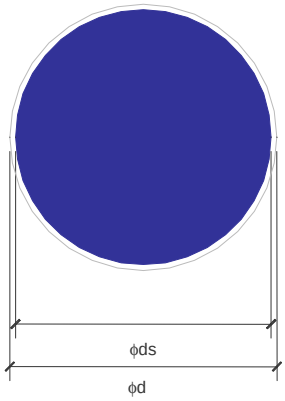


FIGURA 2 – Señal de obligación

10.5 De advertencia (véase Figura 3)

10.5.1 Color de fondo: Amarillo.

10.5.2 Banda Triangular: Negra.

10.5.3 Símbolo: Negro.

10.5.4 Borde: Amarillo o blanco.

10.5.5 El color amarillo debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.5.6 Se debe emplear el color amarillo o blanco para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado de la señal.

10.5.7 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

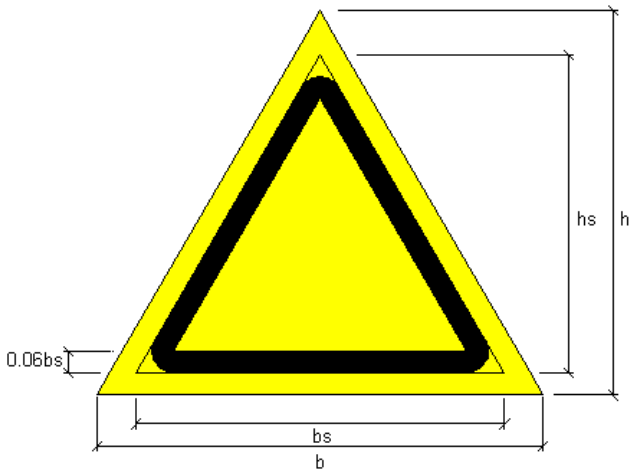


FIGURA 3 – Señal de advertencia

10.6 De condiciones de emergencia (véase Figura 4)

10.6.1 Color de fondo: Verde.

10.6.2 Símbolo o texto: Blanco.

10.6.3 Borde: Blanco.

10.6.4 El color verde debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.6.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado mayor de la señal.

10.6.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

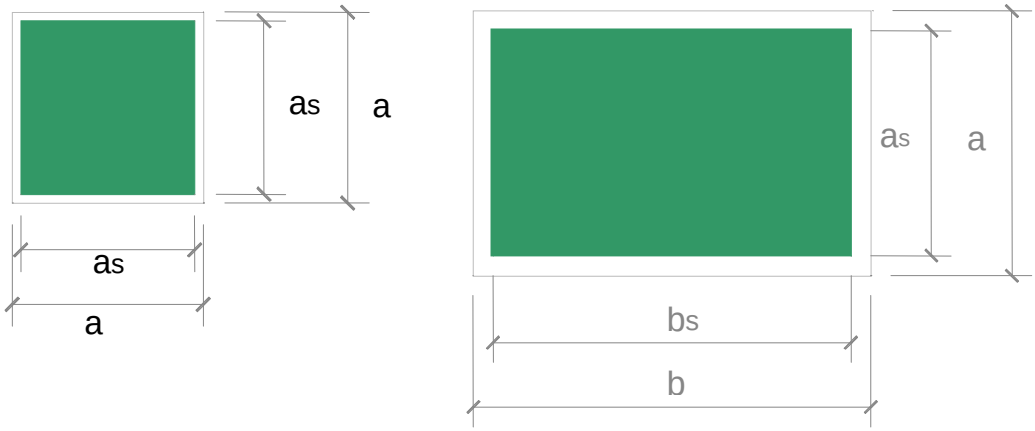


FIGURA 4 – Señales de condiciones de emergencia

10.7 De protección contra incendios (véase Figura 5)

10.7.1 Color de fondo: Rojo.

10.7.2 Símbolo o texto: Blanco.

10.7.3 Borde: Blanco.

10.7.4 El color rojo debe cubrir como mínimo un 50 % de la superficie total de la señal.

10.7.5 Se debe emplear el color de contraste para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado de la señal.

10.7.6 El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.

10.7.7 Podrán ser acompañadas de señalización de información adicional, en cuyo caso el tamaño del párrafo que conforma el texto debe ser proporcional al área de la señal que complementa.

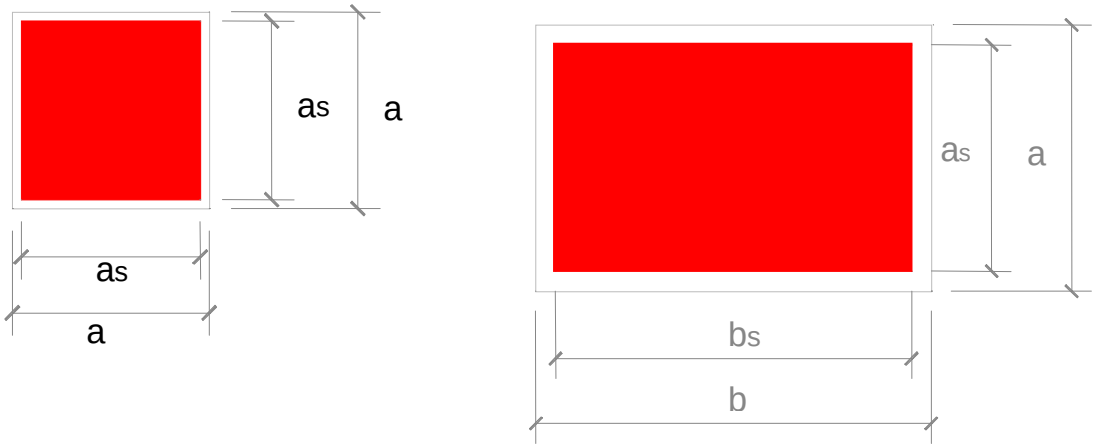


FIGURA 5 – Señales de protección contra incendios

11. UBICACIÓN DE LA INFORMACIÓN ADICIONAL, CARTELES DE SEGURIDAD Y SEÑALES MÚLTIPLES

11.1 Generales

11.1.1 Se puede utilizar una información adicional para complementar o aclarar el significado del símbolo gráfico utilizado en la señal de seguridad. El texto no debe estar ubicado dentro de la señal, pero si podrá ser incluido acompañando a la señal de seguridad y ambos contenidos en un cartel.

11.2 Información adicional

11.2.1 La información adicional cumplirá con los requisitos de diseño dado en la Figura 6 y 7.

11.2.2 Los colores de la señal serán como sigue:

Color de fondo	:	blanco o color de seguridad de la señal
Símbolo o color del texto	:	color de contraste
Borde	:	blanco

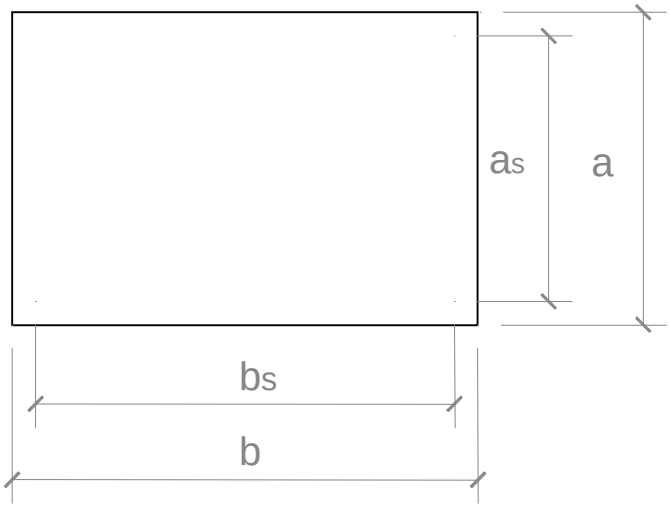


FIGURA 6 – Requisitos de diseño para información adicional

11.2.3 Los colores de la señal serán como sigue:

Color de fondo	:	blanco o color de seguridad de la señal
Símbolo o color del texto	:	color de contraste
Borde	:	blanco
Reborde	:	negro

FIGURA 7 – Requisitos de diseño para información adicional enmarcada

11.3 Ubicación de la información adicional

11.3.1 La posición de las señales de seguridad con la información adicional son mostradas en la Figura 8. La información adicional también puede estar ubicada debajo como se indica en la Figura 9, a la derecha o a la izquierda de la señal de seguridad como se indica en la Figura 10.

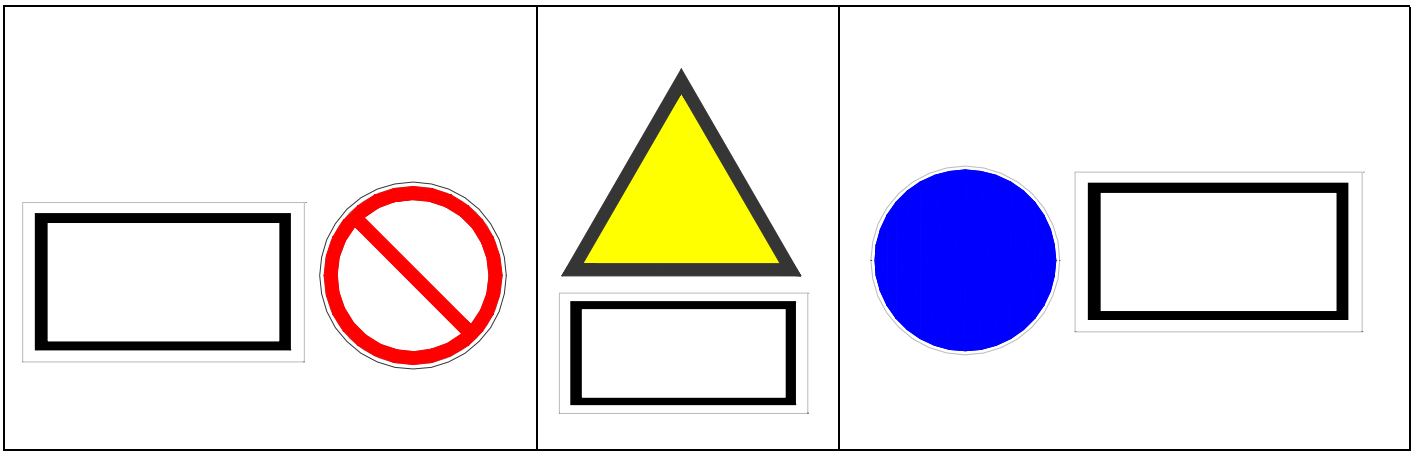


FIGURA 8 – Disposición de la información adicional

11.4 Cartel de seguridad

11.4.1 Los carteles de seguridad contienen la señal de seguridad y la información adicional en un portador rectangular. Los ejemplos se muestran en las Figuras 9 y 10.

11.4.2 Los colores de la señal serán como sigue:

Color del portador de la señal	:	color de la señal de seguridad o blanco
Color del texto o símbolo	:	color de contraste pertinente

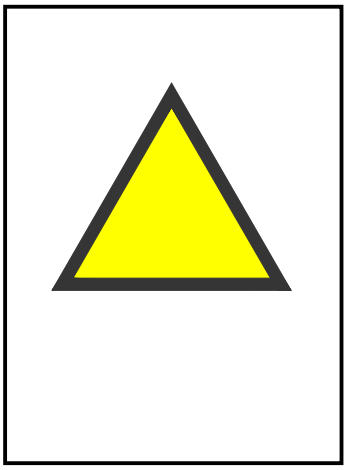


FIGURA 9 – Diseño para una cartel de seguridad con la información adicional debajo de la señal de seguridad.

11.4.3 Los colores de la señal serán como sigue:

Color del portador de la señal	:	color de la señal de seguridad o blanco
Color del texto o símbolo	:	color de contraste pertinente

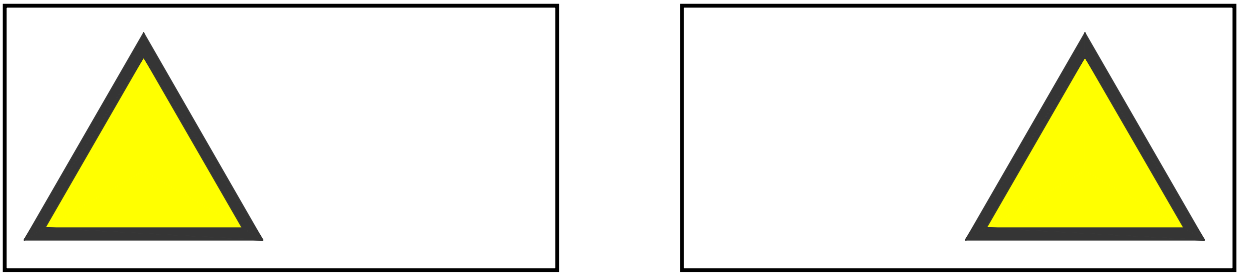


FIGURA 10 – Diseño para un cartel de seguridad con la información adicional a la derecha y a la izquierda de la señal de seguridad

11.5 Señales Múltiples como un medio de informar mensajes de seguridad compuestos

11.5.1 Una señal múltiple es una combinación de señales conteniendo dos o más señales de seguridad e información adicional asociadas sobre el mismo portador rectangular, un ejemplo de un diagrama para una señal múltiple usada para comunicar un peligro, una señal de obligación para evitar un riesgo de daño y/o proveer un mensaje de prohibición como se muestra en la Figura 11.

11.5.2 En señales múltiples, el orden de las señales de seguridad (y/o la información adicional correspondiente) tendrá un arreglo de acuerdo a la importancia del mensaje de seguridad.

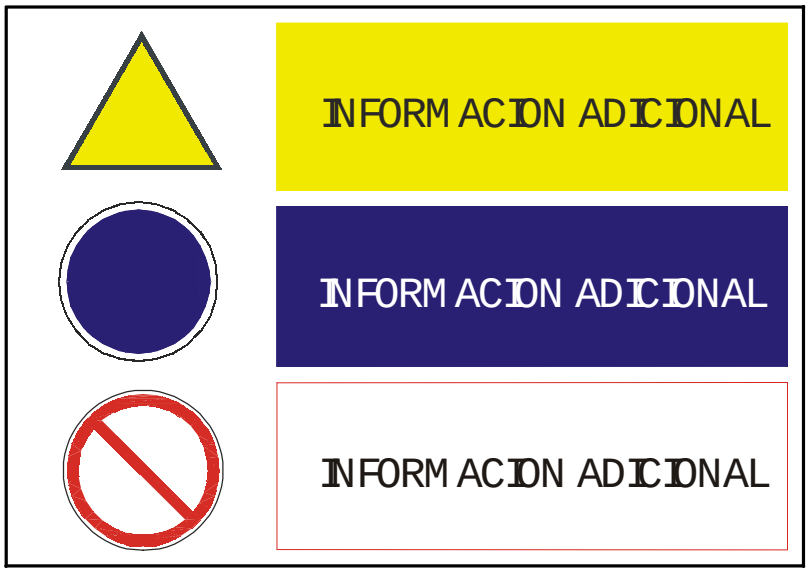


FIGURA 11 – Ejemplo de un cartel para señales múltiples

11.6 Combinación de señales

11.6.1 Un símbolo gráfico de la señal de seguridad, una señal de flecha direccional con una información adicional, puede estar combinado para proveer un mensaje de seguridad de orientación. Los ejemplos están dados en las Figuras 12 a la 14.

11.6.2 Una combinación de señales en un cartel puede omitir bordes internos.

11.6.3 La flecha direccional será puesta arriba o debajo o a la izquierda o a la derecha de las señales de seguridad.

Hacia la izquierda

FIGURA 12- Ejemplos de combinación de una señal con la flecha direccional a la izquierda

Hacia la derecha

FIGURA 13 - Ejemplos de señales combinadas con la flecha direccional a la derecha

Seguir recto

FIGURA 14- Ejemplos de señales combinadas con la flecha direccional seguir recto

12. DISEÑO DE LAS FRANJAS DE SEGURIDAD

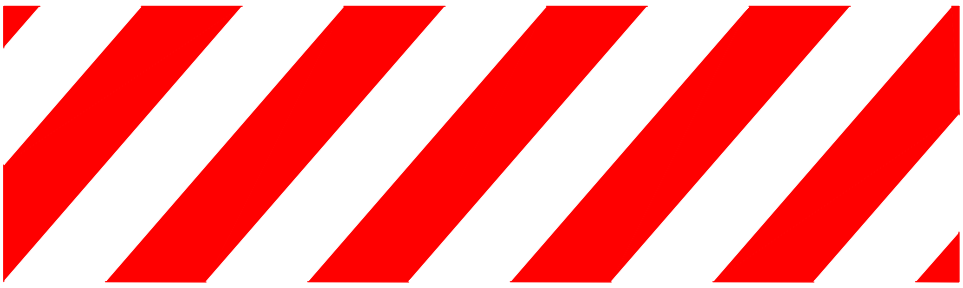
12.1 Las bandas son de anchura equivalente con un ángulo de inclinación de aproximadamente 45° (véase Figuras 15 a 18). Además los colores de seguridad deben cubrir por lo menos un 50 % de la superficie de la señal.

12.2 El color de las franjas de seguridad que indica la zona de peligro, tendrá que ser una combinación de amarillo y negro de contraste como lo muestra la Figura 15.

Combinación de color: amarillo y negro de contraste

FIGURA 15 - Franjas de seguridad para indicar zonas de peligro

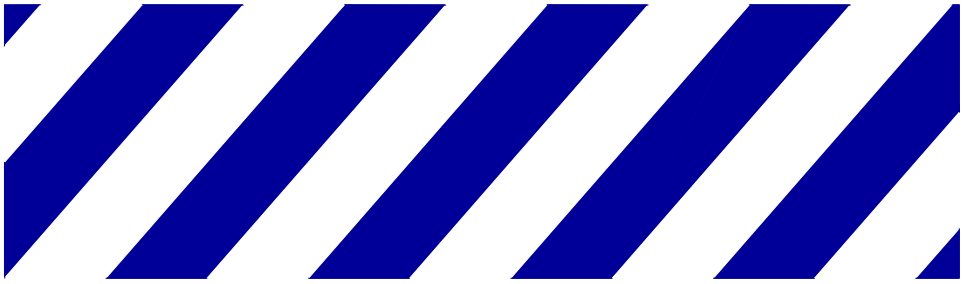
12.3 El color de las franjas de seguridad que indica prohibición o ubicación de equipo de lucha contra incendios, tendrá que ser una combinación de rojo y blanco de contraste como lo muestra la Figura 16.



Combinación de color: rojo y blanco de contraste

FIGURA 16 - Franjas de seguridad para indicar prohibición o zona de equipo de lucha contra incendios

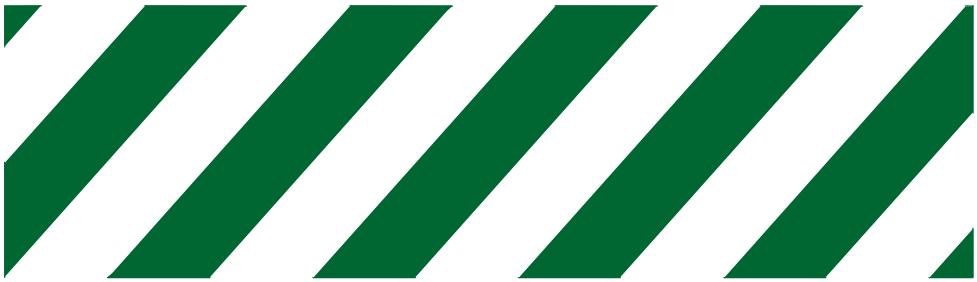
12.4 El color de las franjas de seguridad que indica una instrucción obligatoria tendrá que ser una combinación de azul y blanco de contraste como lo muestra la Figura 17.



Combinación de color: azul y blanco de contraste

FIGURA 17 - Franjas de seguridad para indicar una instrucción obligatoria

12.5 El color de las franjas de seguridad que indica una condición de emergencia tendrá que ser una combinación de verde y blanco de contraste como lo muestra la Figura 18.



Combinación de color: verde y blanco de contraste

FIGURA 18 - Franjas de seguridad para indicar una condición de emergencia

13. RELACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD Y LA DISTANCIA DE OBSERVACIÓN

13.1 La relación entre el área mínima, A, de la señal de seguridad y la distancia máxima, L, a la que debe poder comprenderse, se expresa por la fórmula siguiente:

$$A \geq (L^2 / 2000)$$

Donde, A y L se expresan respectivamente en metros cuadrados y en metros lineales

13.2 Esta fórmula se aplica para distancias comprendidas entre 5 m a 50 m. Para distancias menores a 5 m el área mínima de la señal será de 125 cm^2 y para distancias mayores a 50 m el área mínima será 12 500 cm^2. En el Anexo C se dan dimensiones de las señales de seguridad.

14. MATERIALES

14.1 En la elaboración de las señales de seguridad no deben utilizarse materiales radioactivos o vidrio.

14.2 En el caso de los materiales cortantes empleados en la elaboración de señales de seguridad, estos deben tener bordes sin filos para evitar lesiones.

15. SEÑALIZACIÓN BÁSICA

15.1 Es la señalización mínima que debe llevar una instalación.

15.2 Se debe señalizar como mínimo lo siguiente:

15.2.1 Medios de escape o evacuación.

15.2.2 Sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios, según lo establecido en las NTP correspondientes.

15.2.3 Se debe señalizar los riesgos en general según lo establecido en la NTP correspondiente.

NOTA Las señales para los equipos de prevención y protección contra incendios deben ubicarse en la parte superior del equipo, adicionalmente si es necesario, se identificarán con señales de dirección donde se encuentra el equipo más cercano.

NOTA En el caso de los medios de escape se debe tener en cuenta la dirección de la vía de evacuación así como los obstáculos y los cambios de dirección en que ella se encuentre.

15.2.4 Es recomendable que en los hoteles, lugares turísticos y recreacionales se utilice el español e inglés en sus señalizaciones.

15.2.5 En sitios amplios donde concurra un gran volumen de visitantes (hoteles, núcleos de oficinas, centros comerciales, hospitales, estaciones de transporte, u otros) deben colocarse planos de evacuación y ubicación de equipos de protección y prevención contra incendios, ubicándolos en lugares visibles.

16. ANTECEDENTES

16.1	ISO 3864-1:2002	Safety Colors and Safety sign.
16.2	ISO 3864:1984	Safety Colors and Safety sign.
16.3	ISO 6309	Fire Proteccion, safety sign
16.4	COVENIN 187	Colores, Símbolos y Dimensiones de las Señales de Seguridad

ANEXO A
(NORMATIVO)

CARACTERÍSTICAS COLORIMÉTRICAS Y FOTOMÉTRICAS DE LOS MATERIALES

A.1 CONDICIONES

A.1.1 Los requisitos físicos que tienen las señales de seguridad están primordialmente relacionados a colores de día.

A.1.2 Mediciones de coordenadas de cromaticidad y los factores de luminancia β será elaborada como se especifica en CIE 15.2.

A.1.3 Para la medición de las coordenadas de cromaticidad y factores de luminancia β de las señales ordinarias, fotoluminiscentes y retroreflectantes, iluminadas externamente, el material está considerado que será iluminado por la luz del día como lo representado por la Norma de Iluminación D65 (véase IEC 600050-845.03.12 y ISO/CIE 10526) en un ángulo de 45° con la normal a la superficie y la observación hecha en la dirección de la normal (geometría 45/0).

A.1.4 Para señales de seguridad iluminadas internamente, la medición tiene que ser complementada con un colorímetro de acuerdo a la medición de las luminarias. Las señales tienen que ser auto iluminadas por la fuente de luz provista por el fabricante.

A.1.5 Los coeficientes de retroreflectancia deberán ser medidos de acuerdo con CIE 54, usando iluminación normalizada A (ISO/CIE 10526), con la condición que la entrada y ángulo de observación estén en el mismo plano.

A.2 ESPECIFICACIONES

A.2.1 Las áreas de color permitidas para las señales de seguridad serán como se muestra en la Figura A1 y Tabla A1. Los colores que no poseen estas coordenadas de cromaticidad no serán usados para señales de seguridad.

A.2.2 Las señales pueden presentar como requisito colores precisos, en cuyo caso tendrán que estar conforme a los requisitos de la Tabla A2.

NOTA: Los colores de la señal de seguridad cuyos requisitos se encuentran en la Tabla A2, probablemente tomaran mas tiempo para deteriorarse y por consiguiente se mantendrán dentro de los limites especificados en la Tabla A1 por mucho tiempo.

A.2.3 Los colores de contraste y factores de luminancia para colores fosforescentes serán como se muestra en la Figura A1 y Tabla A3.

A.2.4 La Tabla A4 contiene los coeficientes mínimos de retroreflectancia para materiales retroreflectantes.

A.2.5 Para señales autoiluminadas, las coordenadas x E y será en las áreas de color dadas en la Tabla A1 y la luminancia de contraste como esta dada en la Tabla A5.

A.2.6 La apariencia de las señales de seguridad (combinación del color especifico, la forma geométrica y símbolo gráfico) conservará el mismo contenido bajo todas las condiciones de iluminación especificadas como apropiadas para la señal fabricada.

A.2.7 El Anexo D da información practica sobre los colores de seguridad.

A.2.8 Los materiales ya no son considerados adecuados para prolongados tiempos de uso, en seguridad, cuando los materiales retroreflectantes (véase Tabla A4) si, durante el uso, los valores fotométricos de los materiales retroreflectantes caen debajo del 50 % del mínimo requerido o si las coordenadas de cromaticidad caen fuera del área dada en la Tabla A1; materiales fluorescente si, durante el uso, las coordenadas de cromaticidad caen fuera del los contornos dado en la Tabla A1.

TABLA A1 - Coordenadas cromáticas y factores de luminancia para materiales ordinarios, luminiscentes, retroreflectantes y combinados; y coordenadas cromáticas para señales de seguridad transiluminadas

Color	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 y para standard de observación CIE 2°					Factor de Luminancia ß				
						Materiales Ordinarios	Materiales Luminiscentes	Materiales Retrorecflectantes		Materiales Combinados
		1	2	3	4			Tipo 1	Tipo 2	
Rojo	x y	0,735 0,265	0,681 0,239	0,579 0,341	0,655 0,345	≥ 0,07	≥ 0,30	≥ 0,05	≥ 0,03	≥ 0,25
Azul	x y	0,094 0,125	0,172 0,198	0,210 0,160	0,137 0,038	≥ 0,05	≥ 0,05	≥ 0,01	≥ 0,01	≥ 0,03
Amarillo	x y	0,545 0,454	0,494 0,426	0,444 0,476	0,481 0,518	≥ 0,45	≥ 0,80	≥ 0,27	≥ 0,16	≥ 0,70
Verde	x y	0,201 0,776	0,285 0,441	0,170 0,364	0,026 0,399	≥ 0,12	≥ 0,40	≥ 0,04	≥ 0,03	≥ 0,35
Blanco	x y	0,350 0,360	0,305 0,315	0,295 0,325	0,340 0,370	≥ 0,75	≥ 1,0	≥ 0,35	≥ 0,27	---
Negro	x y	0,385 0,355	0,300 0,270	0,260 0,310	0,345 0,395	<= 0,03	---	---	---	---
Los tipos de materiales retrorreflectantes están estandarizados por coeficientes de retrorreflexión indicados en la Tabla A4										

TABLA A2 - Coordenadas cromáticas para áreas ajustadas en el diagrama de cromaticidad para materiales ordinarios y retrorreflectactes

Color	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 y para standard de observación CIE 2°												
		Materiales Ordinarios				Tipo 1				Tipo 2			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rojo	x y	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265	0,660 0,340	0,610 0,340	0,700 0,250	0,735 0,265
Azul	x y	0,140 0,140	0,160 0,140	0,160 0,160	0,140 0,160	0,130 0,086	0,160 0,086	0,160 0,120	0,130 0,120	0,130 0,090	0,160 0,090	0,160 0,140	0,130 0,140
Amarillo	x y	0,494 0,505	0,470 0,480	0,493 0,457	0,522 0,477	0,494 0,505	0,470 0,480	0,493 0,457	0,522 0,477	0,494 0,505	0,470 0,480	0,513 0,437	0,545 0,454
Verde	x y	0,230 0,440	0,260 0,440	0,260 0,470	0,230 0,470	0,110 0,415	0,150 0,415	0,150 0,455	0,110 0,455	0,110 0,415	0,170 0,415	0,170 0,500	0,110 0,500
Blanco	x y	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325	0,305 0,315	0,335 0,345	0,325 0,355	0,295 0,325
Los tipos de materiales retrorreflectantes están estandarizados por coeficientes de retrorreflexión indicados en la Tabla A4													

TABLA A3 - Coordenadas cromáticas de colores contrastantes para materiales fosforescentes bajo condiciones de luz diurna

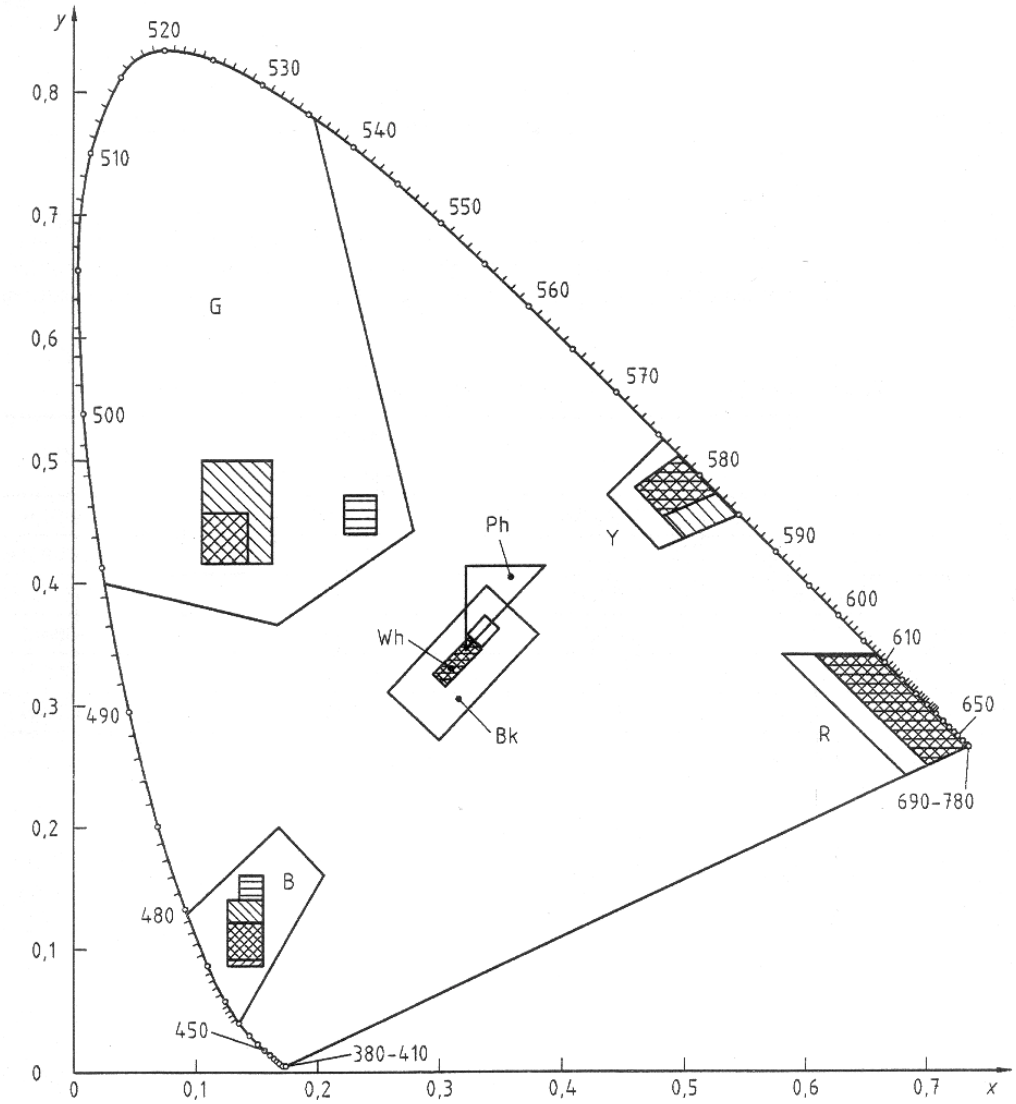
Colores Contrastantes para Materiales Fosforescentes	Coordenadas Cromáticas de los vértices que delimitan las áreas de color admitido. Para iluminancia standard D65 (geometría 45°/ 0°) y para standard de observación CIE 2°					Factor de Luminancia ß
Amarillo Fluorescente	x y	0,390 0,410	0,320 0,340	0,320 0,410		> 0,75
Blanco	x y	0,350 0,360	0,305 0,315	0,295 0,325	0,340 0,370	> 0,75

TABLA A4 - Coeficientes mínimos de retrorrefleccion R’

ngulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retrorreflexión en cd/Ix.m^2									
		Tipo 1					Tipo 2				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
12º	5º	70	50	14,5	9	4	250	170	45	45	20
	30º	30	22	6	3,5	1,7	150	100	25	25	11
	40º	10	7	2	1,5	0,5	110	70	16	16	8
20º	5º	50	35	10	7	2	180	122	25	21	14
	30º	24	16	4	3	1	100	67	14	11	7
	40º	9	6	1,8	1,2	0,4	95	64	13	11	7
2º	5º	5	3	0,8	0,6	0,2	5	3	0,8	0,6	0,2
	30º	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1
	40º	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06
Para áreas coloreadas de la señal, el coeficiente de retrorreflección no debe ser menor de 80 % del valor establecidos en la Tabla A4.											

TABLA A5 - Luminancias de contraste para materiales transluminiscentes

Color de Seguridad	**Rojo**	**Azul**	**Amarillo**	**Verde**
Color de Contraste	Blanco	Blanco	Negro	Blanco
Luminancia de Contraste	5 < k <15	5<k<15	a	5<k<15
La uniformidad de la luminancia entre el color de seguridad y color de contraste, medido a razón de la mínima a máxima luminancia entre el color, será mas que 1:5.				
a Negro como color de contraste o color de el símbolo no es traslucido.				



R	Rojo	Wh	Blanco	G	Verde	Ph	Amarillo fluorescente
Y	Amarillo	Bk	Negro	B	Azul		

Limite de los colores de seguridad -Tabla A1

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales ordinarios)

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales retroreflectantes tipo 1)

Limite de los colores de seguridad -Tabla A2 (materiales retroreflectantes tipo 2)

FIGURA A1 - Limites para los colores de seguridad rojo, amarillo, verde, azul, blanco y negro, incluidos el color blanco amarillento como color de contraste fosforescente

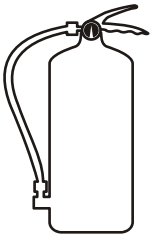
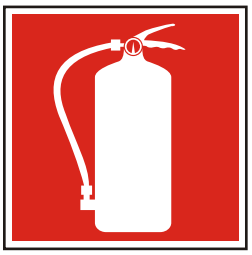
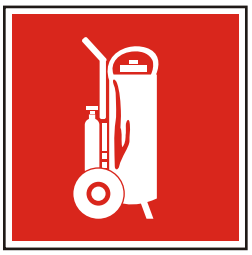
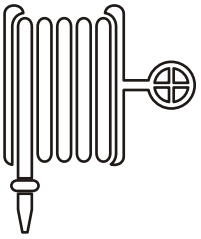
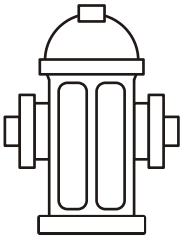
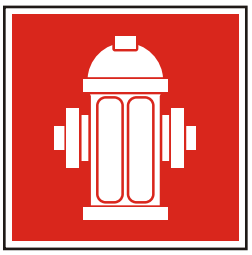
ANEXO B
(INFORMATIVO)

EJEMPLO DE SEÑALES DE SEGURIDAD Y SÍMBOLOS

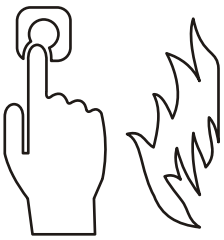
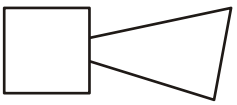
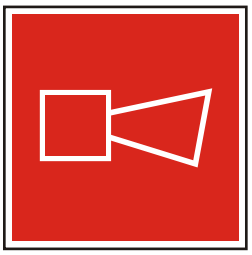
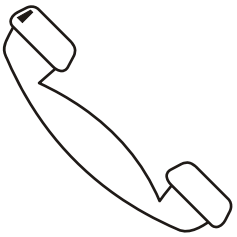
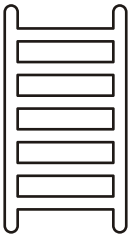
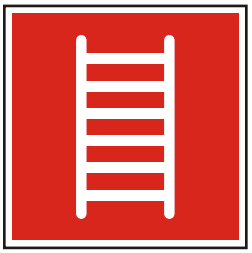
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

ANTECEDENTES

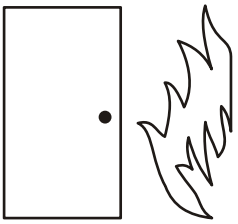
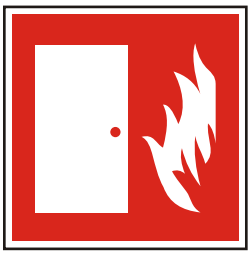
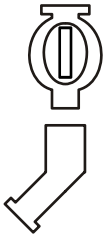
NFPA 170:1999, Símbolos de Seguridad Contra el Fuego.
ISO 6309:1987, Fire Protection, Safety Signs.
NTC 1931, Protección Contra Incendios. Señales de Seguridad.
IRAM 10005-1:1982, Colores y Señales de Seguridad. Colores y Señales Fundamentales.
NCH1411/2- Of 1978, Prevención de Riesgos - Parte 2: Señales de Seguridad.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
EXTINTOR		
EXTINTOR RODANTE		
MANGUERA CONTRA INCENDIOS		
HIDRANTE		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ALARMA CONTRA INCENDIOS		
AVISADOR SONORO EN CASO DE INCENDIO		
TELÉFONO DE EMERGENCIA LLAMADA DIRECTA A LA CENTRAL CONTRAINCENDIOS		
ESCALERA PORTÁTIL EN CASO DE INCENDIO		
CUBETA DE ARENA PARA CASOS DE INCENDIO		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
MANTA APAGAFUEGOS		
PUERTA CORTAFUEGO		
EQUIPO AUTÓNOMO		
CONEXIÓN SIAMESA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		
CONEXIÓN SENCILLA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		

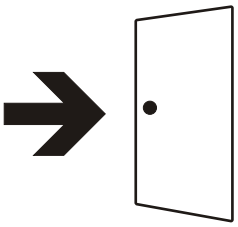
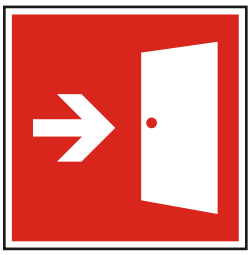
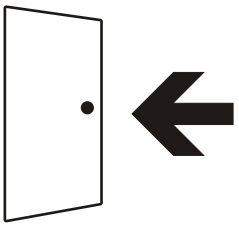
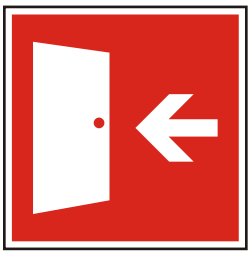
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
VÁLVULA DE CONTROL PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS		
CONEXIÓN PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO		
CONEXIÓN COMBINADA PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS Y SISTEMAS DE GABINETE		
VÁLVULA PARA EL CORTE DE GAS	G	G
PANEL ELÉCTRICO PARA EL CIERRE DE ENERGÍA		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
ESCALERA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		

SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

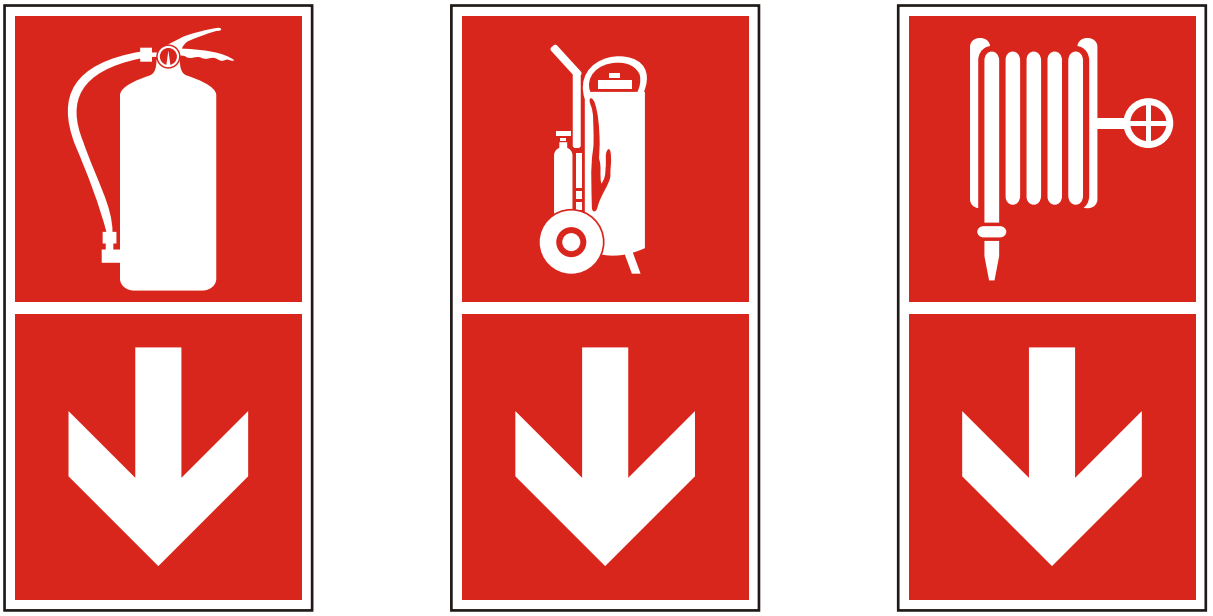
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
SALIDA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
SALIDA ACCESIBLE DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO		
USO EXCLUSIVO PARA BOMBEROS		

CARTELES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

CARTELES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

EJEMPLO DE CARTELES PARA LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

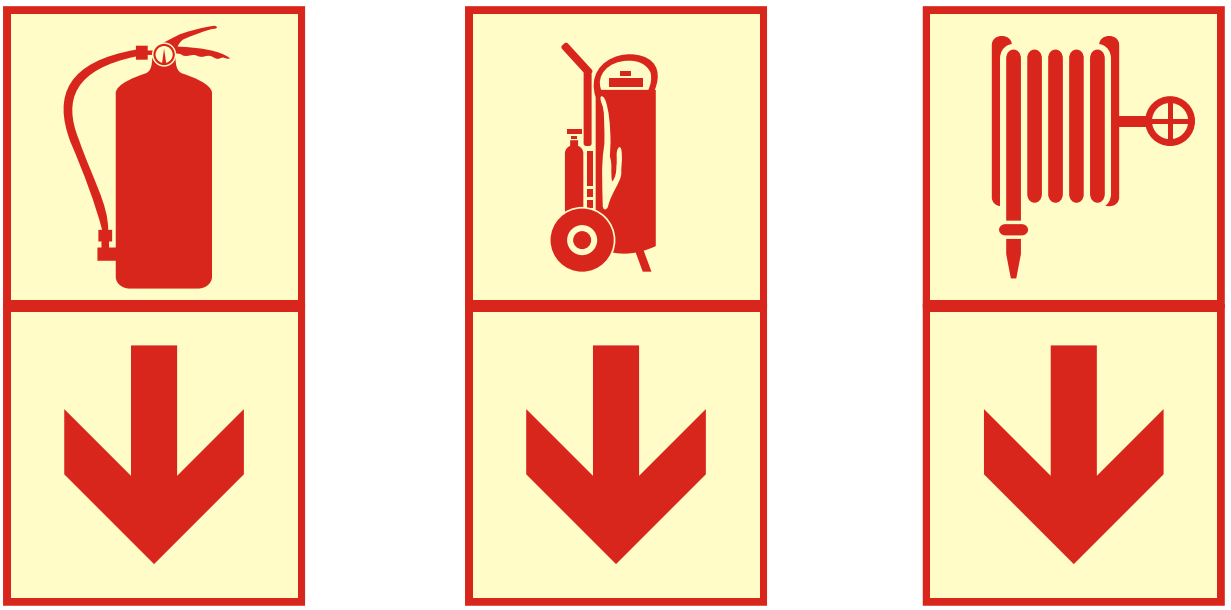
Este tipo de cartel es recomendable para localizar los equipos de lucha contra incendio en fabricas, almacenes, supermercados, centros comerciales y otros, donde las maquinarias, mercaderías, etc., impiden la fácil visualización de estos equipos, siendo necesario colocar señales de grandes dimensiones a mayor altura, para que puedan distinguirse claramente a distancia y desde diferentes puntos de ubicación.



EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES PARA EQUIPOS CONTRA INCENDIO

EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES PARA LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

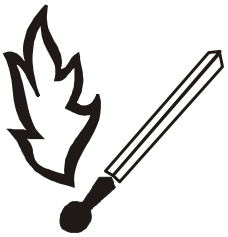
Este tipo de cartel es recomendable para localizar los equipos de lucha contra incendio en fabricas, almacenes, supermercados, centros comerciales y otros, donde las maquinarias, mercaderías, etc., impiden la fácil visualización de estos equipos, siendo necesario colocar señales de grandes dimensiones a mayor altura, para que puedan distinguirse claramente a distancia y desde diferentes puntos de ubicación.



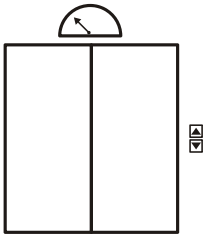
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

ANTECEDENTES

ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO FUMAR		
PROHIBIDO HACER FUEGO		
PROHIBIDO HACER FUEGO ABIERTO O FOGATAS		
PROHIBIDO BEBER DE ESTA AGUA		
NO APAGAR CON AGUA		

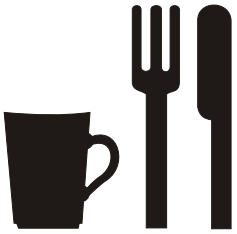
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO TOCAR		
NO UTILIZAR EL MONTACARGAS PARA TRANSPORTAR PERSONAS		
NO USAR EL ASCENSOR EN CASO DE SISMO O INCENDIO		
PROHIBIDO EL PASO DE VEHÍCULOS INDUSTRIALES		
PROHIBIDO TRANSPORTAR PERSONAS		

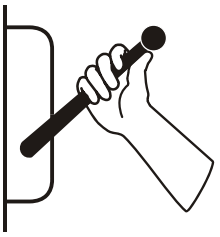
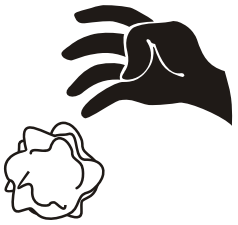
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO HACER RUIDOS MOLESTOS		
PROHIBIDO EL INGRESO DE BICICLETAS		
PROHIBIDO EL INGRESO CON CELULARES O RADIOS		
PROHIBIDO EL INGRESO CON ARMAS		
PROHIBIDO TOMAR FOTOS O FILMAR VIDEOS		

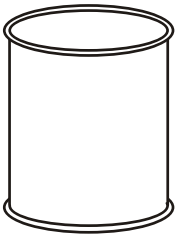
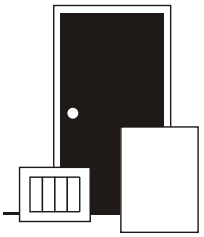
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO EL INGRESO CON ANIMALES		
PROHIBIDO EL INGRESO CON ALIMENTOS		
PROHIBIDO COMER O BEBER		
PROHIBIDO EL INGRESO DE EXCURSIONISTAS		
PROHIBIDO CORRER		

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO TIRAR DEL CABLE		
PROHIBIDO REPARAR SIN AUTORIZACIÓN		
PROHIBIDO CONECTAR SIN AUTORIZACIÓN		
PROHIBIDO ARROJAR BASURA AL PISO		
PROHIBIDO EL INGRESO		

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

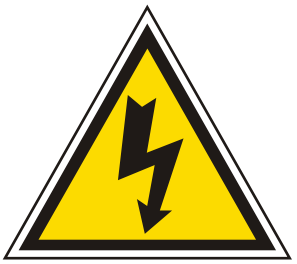
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES		
NO UTILIZAR COMO RECIPIENTES		
NO OBSTRUIR LAS RUTAS DE ACCESO O EVACUACIÓN		

CARTELES DE PROHIBICIÓN

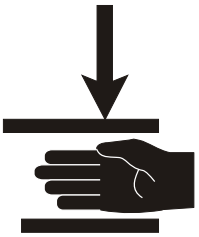
SEÑALES DE ADVERTENCIA

ANTECEDENTES

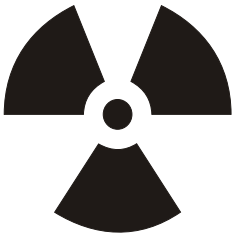
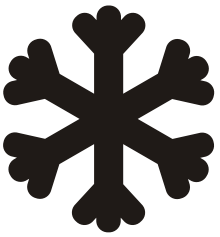
ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO O PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE		
RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS		
SUSTANCIA O MATERIAS TÓXICAS O PELIGRO DE MUERTE		
SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES O PELIGRO INFLAMABLE		
CARGA SUSPENDIDA EN ALTURA		

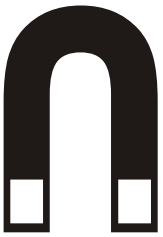
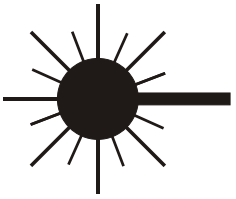
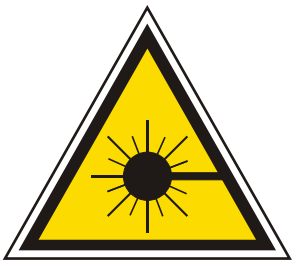
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RADIACIONES NO IONIZANTES O FRECUENCIA DE RADIO		
CUIDADO CON SUS MANOS		
PELIGRO ACIDO CORROSIVO		
CUIDADO PISO MOJADO		
CUIDADO PISO RESBALOSO		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGO DE RADIACIÓN		
ATENCIÓN PELIGRO DE OBSTÁCULOS		
ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO		
ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA		
ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES		

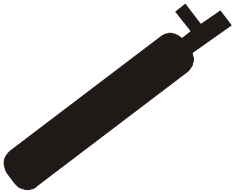
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN MATERIAL EXPLOSIVO O PELIGRO RIESGO DE EXPLOSIÓN		
ATENCIÓN AGENTE OXIDANTE		
ATENCIÓN CAMPO MAGNÉTICO POTENTE		
ATENCIÓN RADIACIÓN LÁSER		
CUIDADO SUPERFICIE CALIENTE		

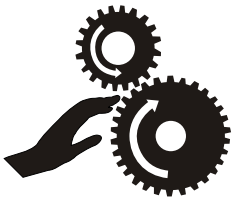
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CUIDADO TRANSITO DE MONTACARGAS		
CUIDADO BALONES DE GAS		
CUIDADO RIESGO DE SER APLASTADO		
CUIDADO ARRANQUE AUTOMÁTICO		
CUIDADO CAÍDA DE OBJETOS		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CUIDADO GRUAS TRABAJANDO		
CUIDADO CON EL PERRO		
CUIDADO GAS COMPRIMIDO		
CUIDADO HOMBRES TRABAJANDO		
ATENCIÓN RIESGO DE CAÍDA DE ROCAS		

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN CON SUS MANOS		
CUIDADO ATMÓSFERA EXPLOSIVA	**EX**	
ATENCIÓN PELIGRO DE CAÍDAS		
CUIDADO RIESGO DE ASFIXIA		

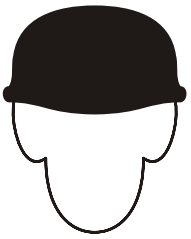
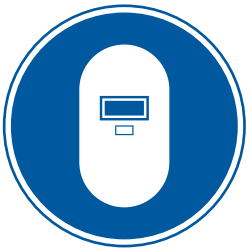
CARTELES DE ADVERTENCIA

CARTELES DE ADVERTENCIA

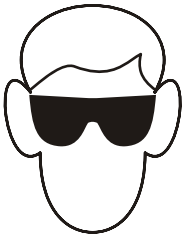
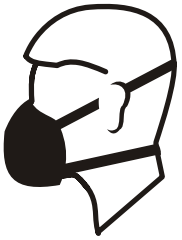
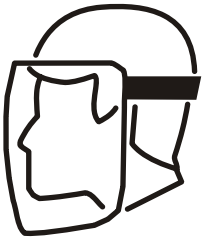
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

ANTECEDENTES

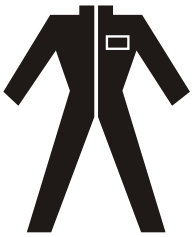
ISO 3461-1:1988, General principles for the creation of graphical symbols.
ISO 3864:2002, Safety colours and safety signs.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE BOTAS AISLANTES		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE SOLDAR		

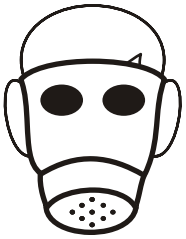
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE GUANTES AISLANTES		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR		
USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA		
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL		

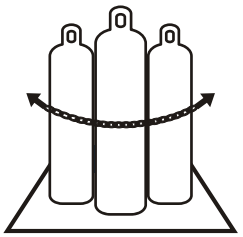
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE ARNÉS DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE TRAJE DE SEGURIDAD		
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA Y MÁSCARA DE GAS		
USO OBLIGATORIO DE CASCO Y PROTECCIÓN AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE CASCO Y LENTES DE SEGURIDAD		

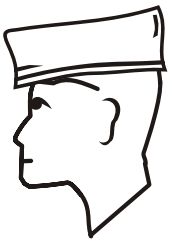
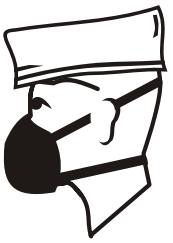
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR Y AUDITIVA		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS, PROTECCIÓN AUDITIVA Y CASCO		
USO OBLIGATORIO DE CASCO, PROTECCIÓN AUDITIVA Y OCULAR		
USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS		
USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD Y MÁSCARA DE GAS		

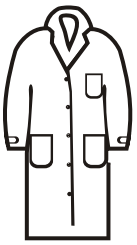
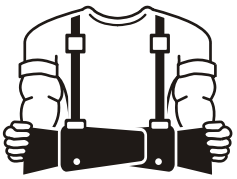
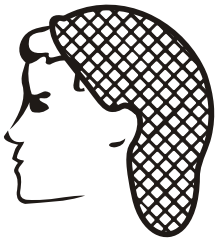
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE AIRE AUTOCONTENIDO		
ES OBLIGATORIO MANTENER SUJETADOS LOS CILINDROS		
ES OBLIGATORIO LAVARSE LAS MANOS		
ES OBLIGATORIO ASEGURAR DESPUÉS DE UTILIZAR		
ES OBLIGATORIO DESCONECTAR DESPUÉS DE UTILIZAR		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ES OBLIGATORIO TOCAR LA BOCINA ANTES DE TRASPASAR		
USO OBLIGATORIO DEL GORRO		
USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA Y GORRO		
USO OBLIGATORIO DE MANDIL Y MANGUITOS		
ES OBLIGATORIO USAR EL PASAMANOS		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

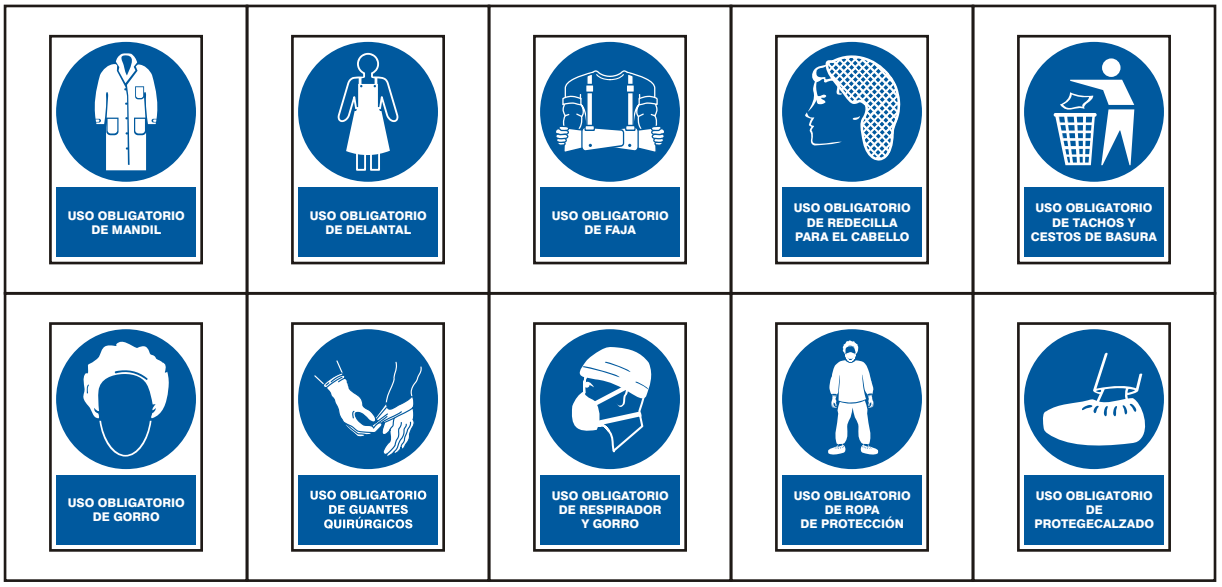
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE MANDIL		
USO OBLIGATORIO DE DELANTAL		
USO OBLIGATORIO DE FAJA		
USO OBLIGATORIO DE REDECILLA PARA EL CABELLO		
USO OBLIGATORIO DE TACHOS Y CESTOS DE BASURA		

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
USO OBLIGATORIO DE GORRO		
USO OBLIGATORIO DE GUANTES QUIRÚRGICOS		
USO OBLIGATORIO DE RESPIRADOR Y GORRO		
USO OBLIGATORIO DE ROPA DE PROTECCIÓN		
USO OBLIGATORIO DE PROTEGECALZADO		

CARTELES DE OBLIGACIÓN

CARTELES DE OBLIGACIÓN



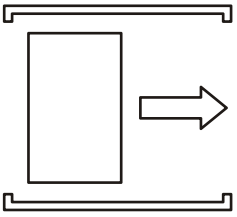
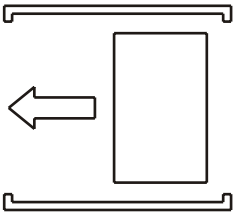
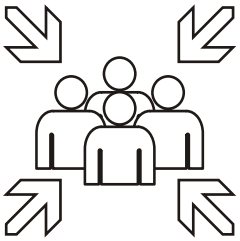
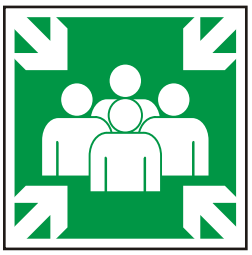
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

ANTECEDENTES

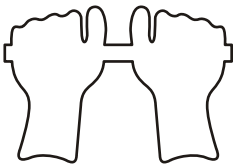
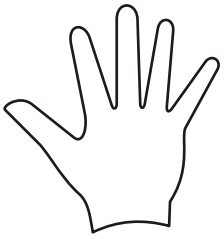
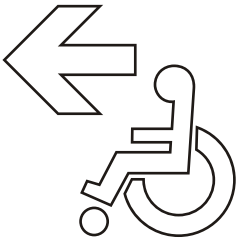
NFPA 101, Capitulo 7. Medios de Egreso. (Señalización de las Rutas de Evacuación).
NTC 1700, Higiene y Seguridad, medidas de seguridad en edificaciones, medios de evacuación.
IRAM 10005-1:1982, Colores y Señales de Seguridad. Colores y Señales Fundamentales.
NCH1411/2 - Of 1978, Prevención de Riesgos - Parte 2: Señales de Seguridad.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ZONA SEGURA EN CASO DE SISMO	S	S
SALIDA	SALIDA	SALIDA
SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA	SALIDA DE EMERGENCIA

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR A LA DERECHA PARA ABRIR		
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR A LA IZQUIERDA PARA ABRIR		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
SALIDA DE EMERGENCIA (SALIDA DEL RECINTO)		
PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA		

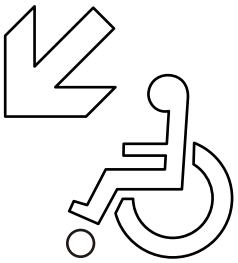
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
SALIDA DE SOCORRO BARRA ANTIPÁNICO PRESIONAR PARA ABRIR		
SALIDA DE SOCORRO EMPUJAR PARA ABRIR		
SALIDA MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		

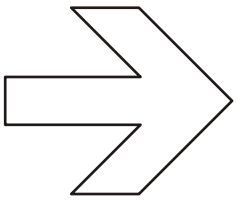
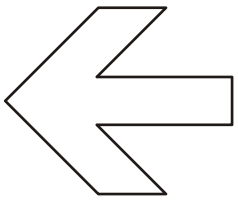
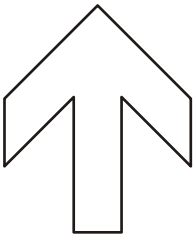
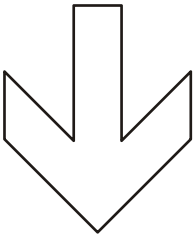
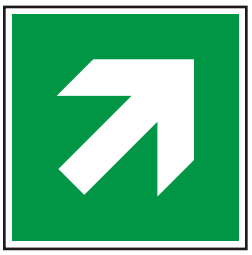
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		

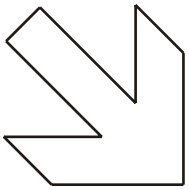
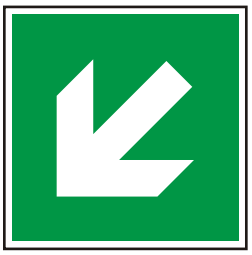
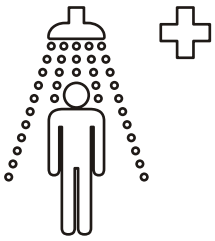
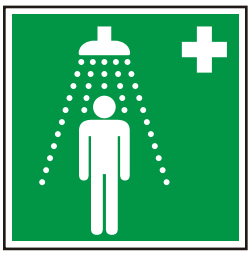
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN MINUSVÁLIDOS		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		

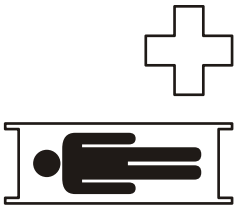
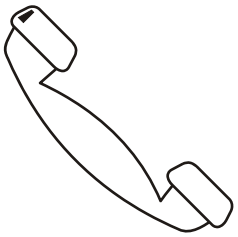
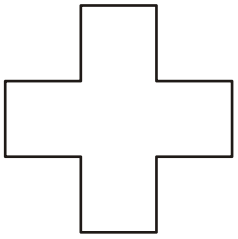
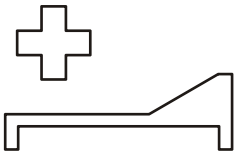
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		

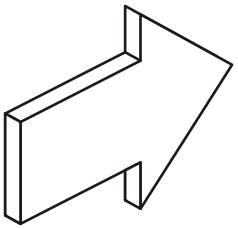
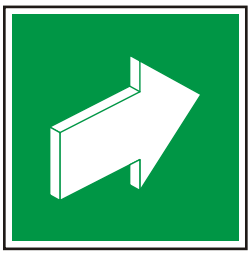
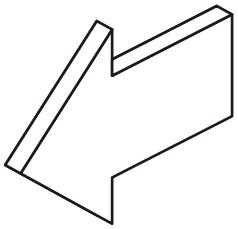
SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
RUTA DE EVACUACIÓN		
LAVAOJOS DE EMERGENCIA		
DUCHA DE EMERGENCIA		

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

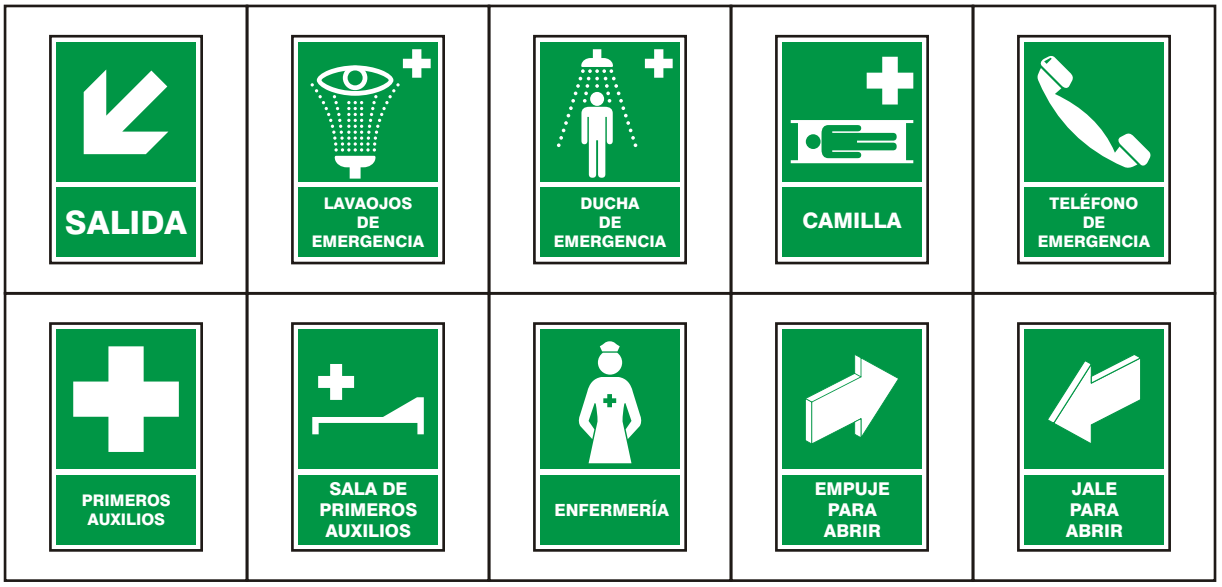
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
CAMILLA		
TELÉFONO DE EMERGENCIA		
PRIMEROS AUXILIOS		
SALA DE PRIMEROS AUXILIOS		
ENFERMERÍA		

SEÑALES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
EMPUJE PARA ABRIR		
JALE PARA ABRIR		

CARTELES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA

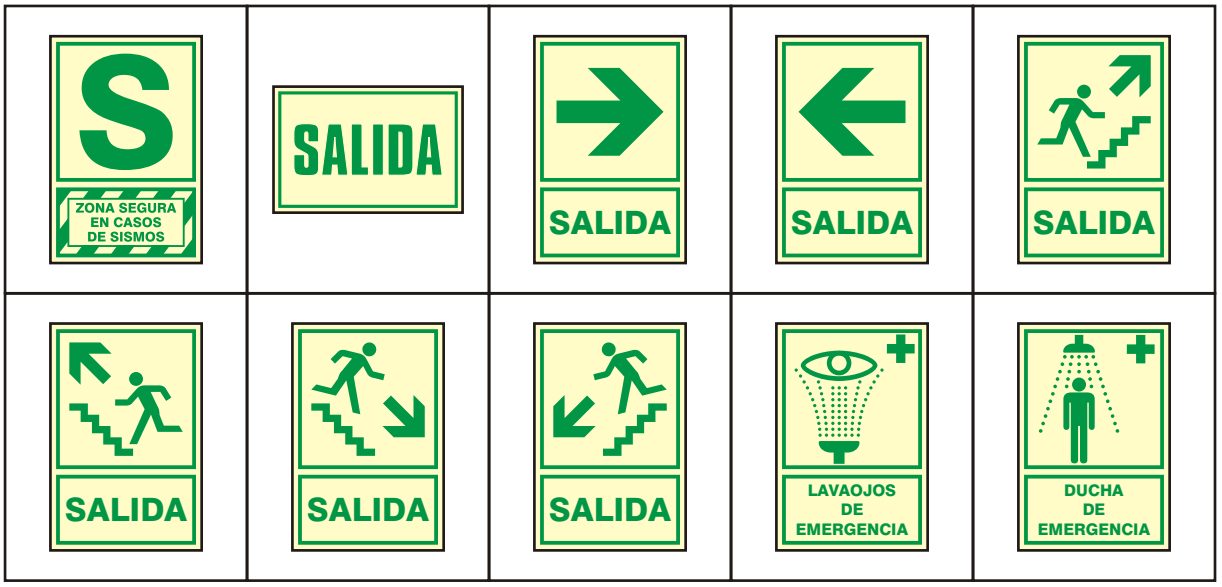
CARTELES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA



EJEMPLO DE CARTELES DE EVACUACIÓN PARA SER VISTOS A DISTANCIA

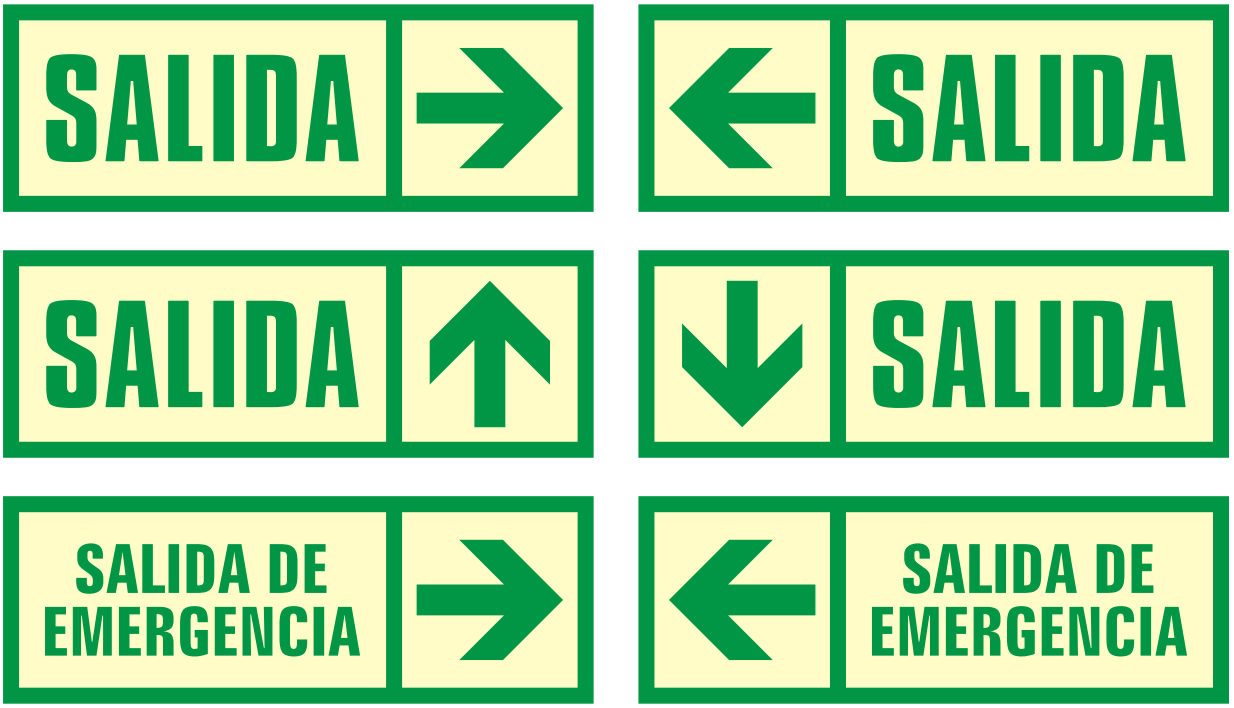
Este tipo de cartel es recomendable para almacenes, supermercados, centros comerciales y lugares de gran afluencia de público. Debido a su mayor dimensión permite una lectura a gran distancia, cuando el mensaje tiene que verse desde cada lado de un pasillo en el tramo de recorrido de la ruta de evacuación.

EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIA



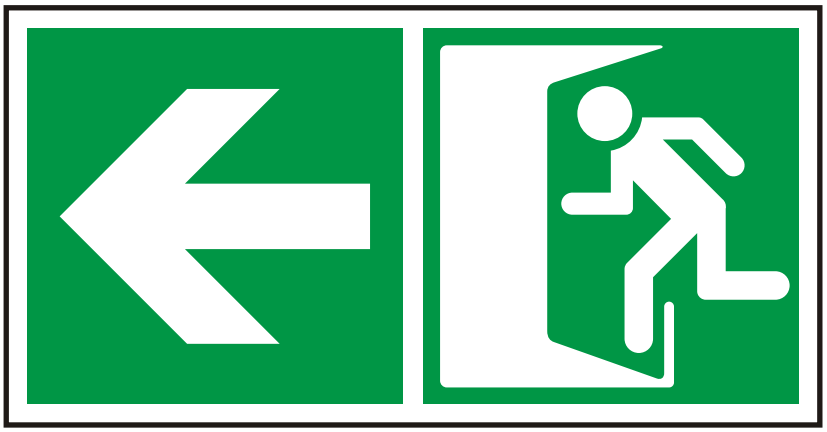
EJEMPLO DE CARTELES FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN PARA SER VISTOS A DISTANCIA

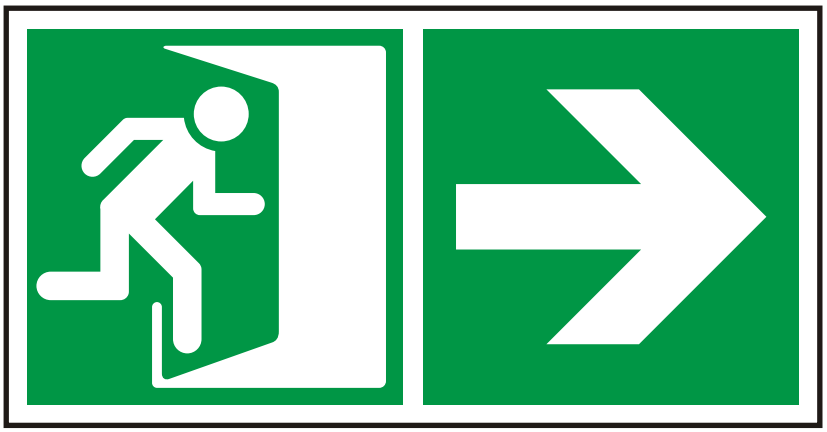
Este tipo de cartel es recomendable para almacenes, supermercados, centros comerciales y lugares de gran afluencia de público. Debido a su mayor dimensión permite una lectura a gran distancia, cuando el mensaje tiene que verse desde cada lado de un pasillo en el tramo de recorrido de la ruta de evacuación.

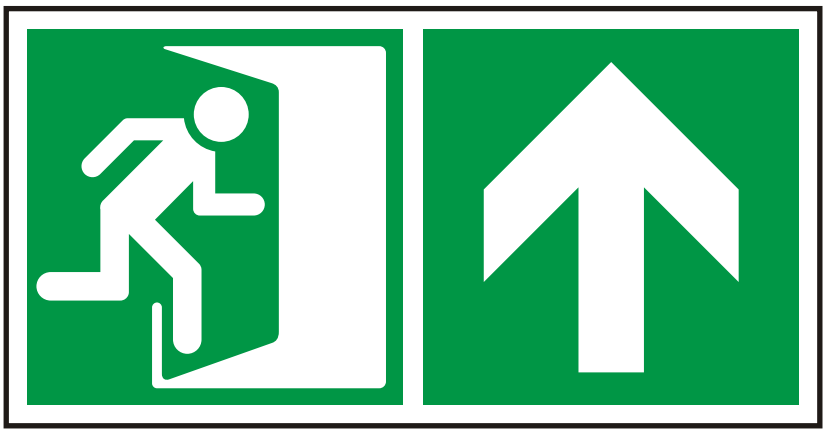


EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

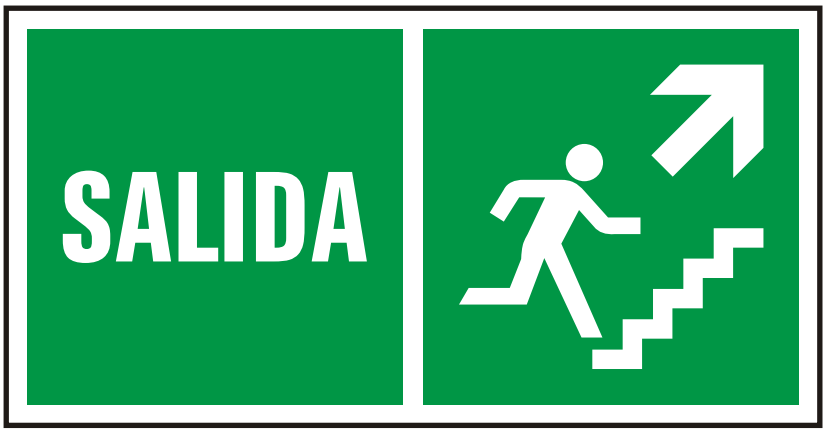


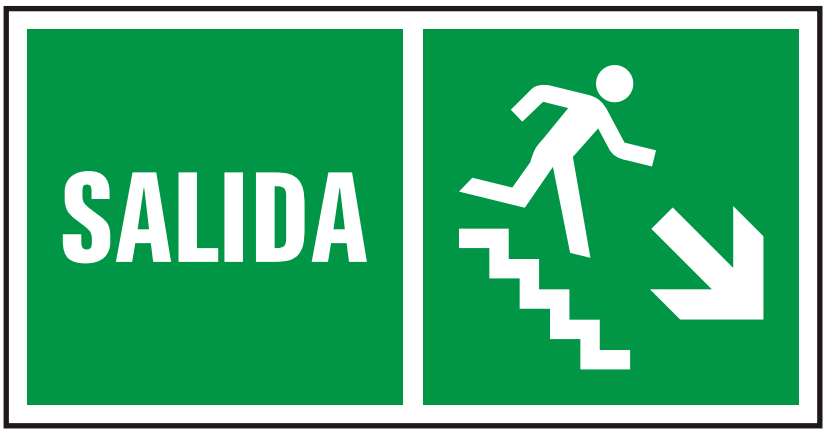




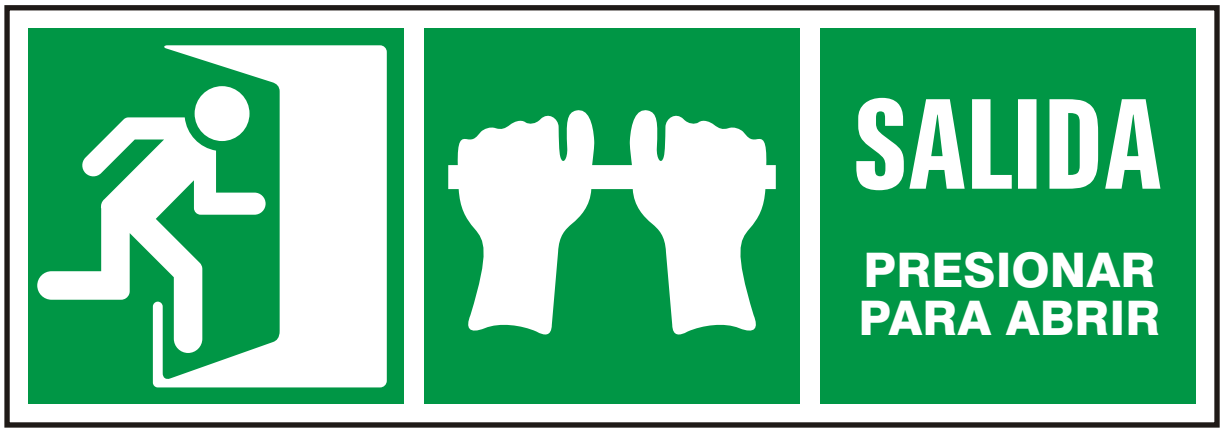
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

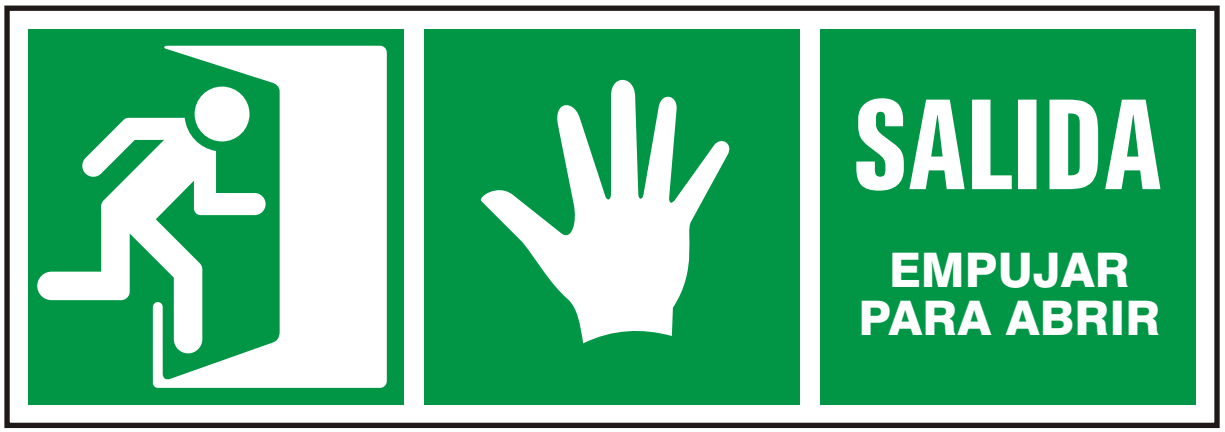
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

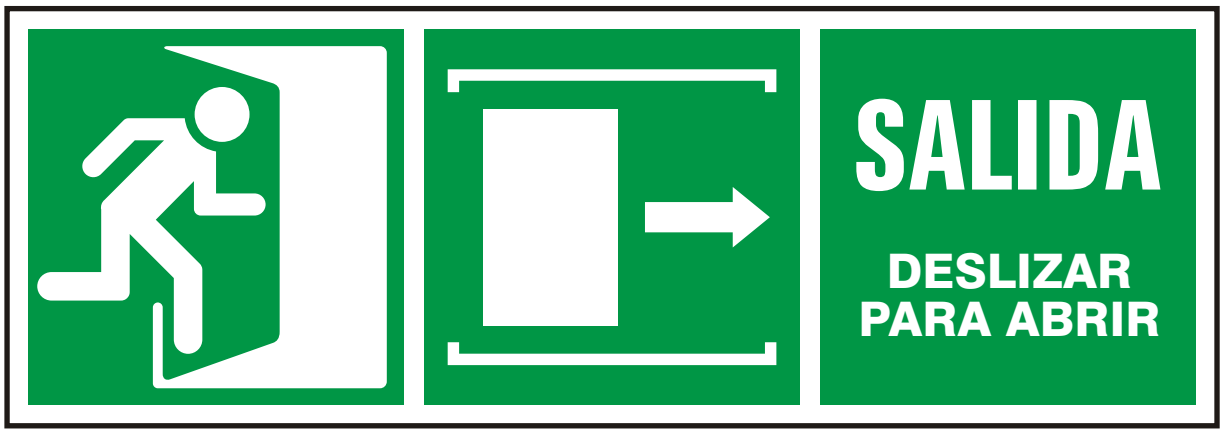




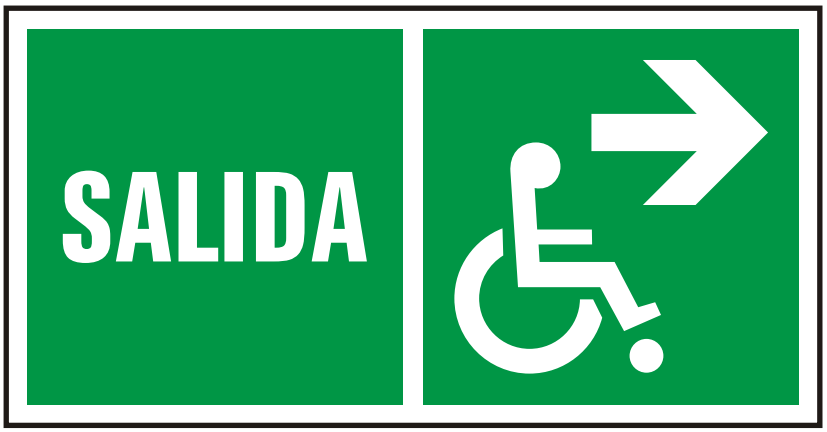
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN





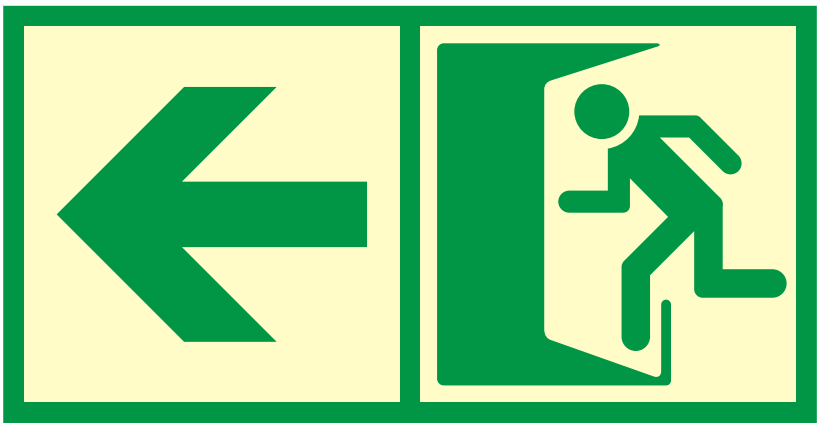


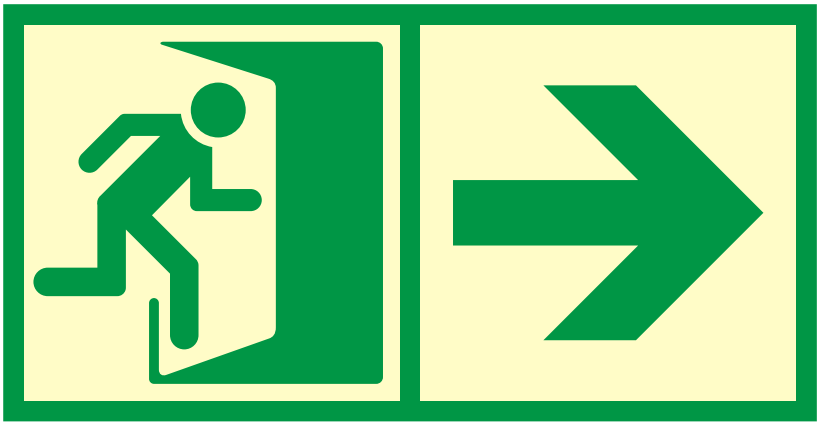
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS DE EVACUACIÓN

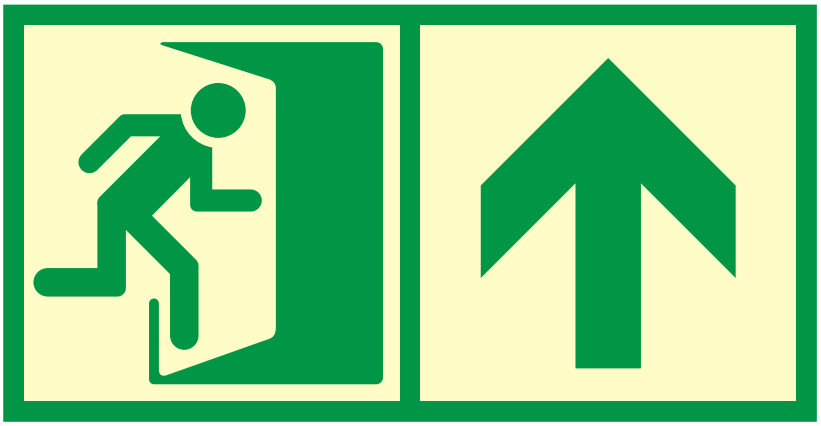


EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

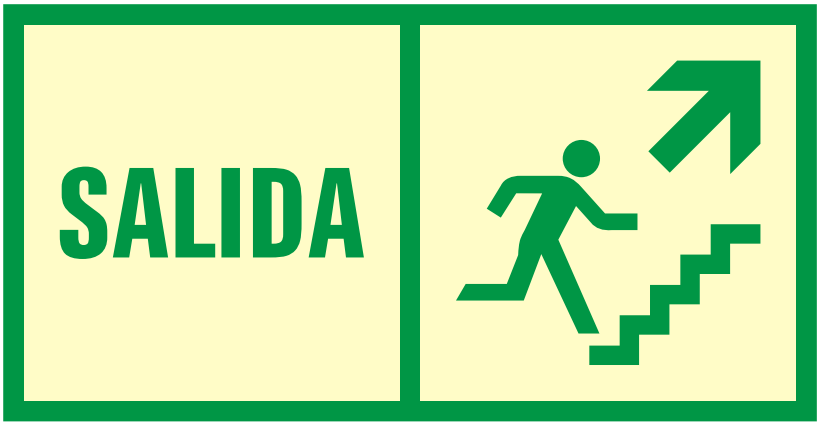




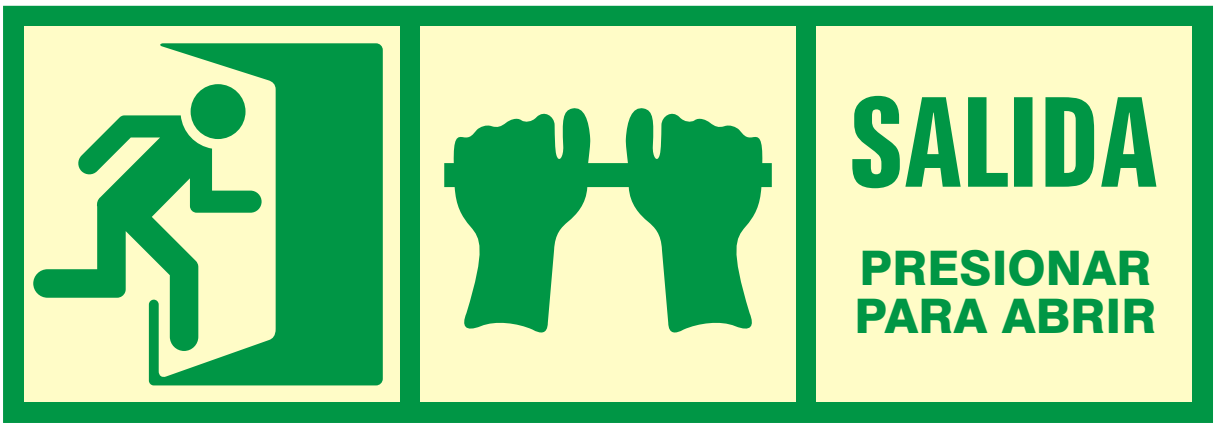


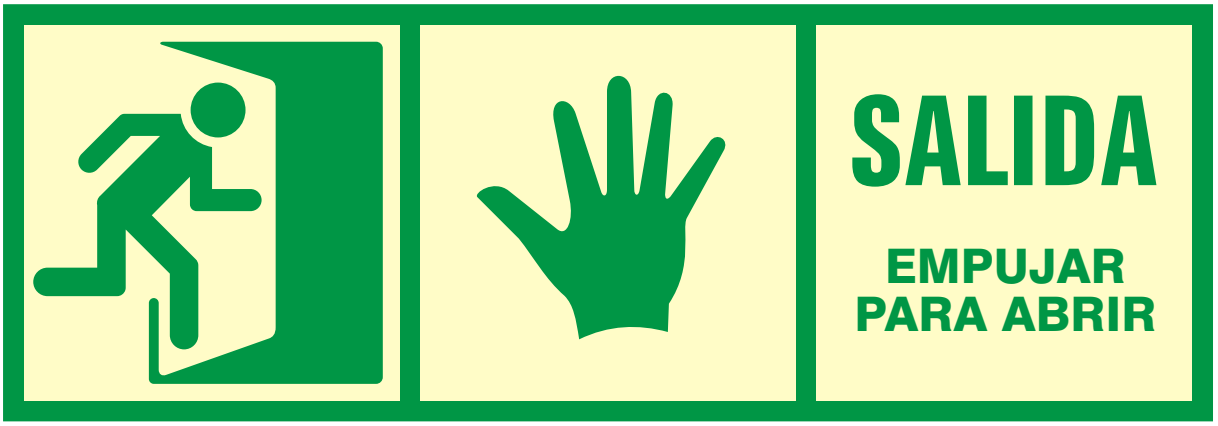
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

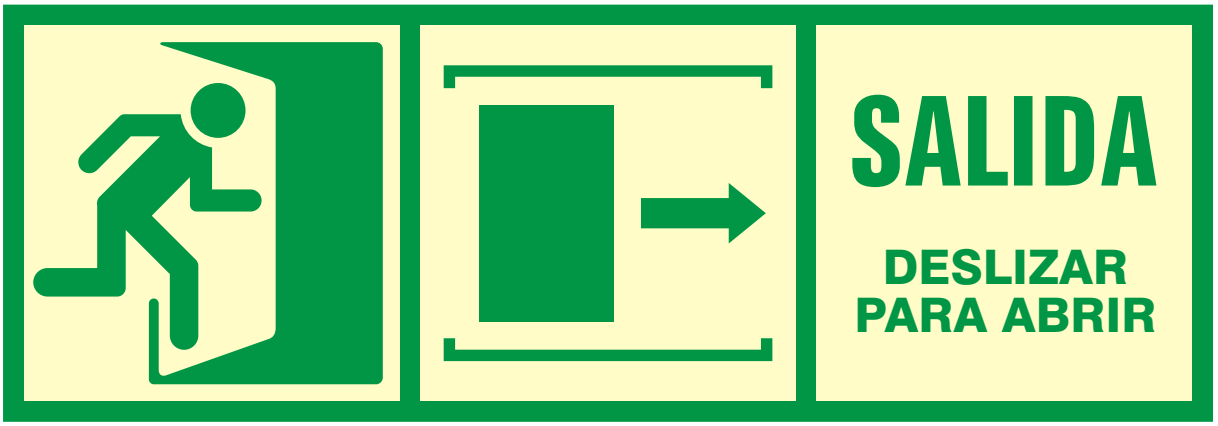
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN



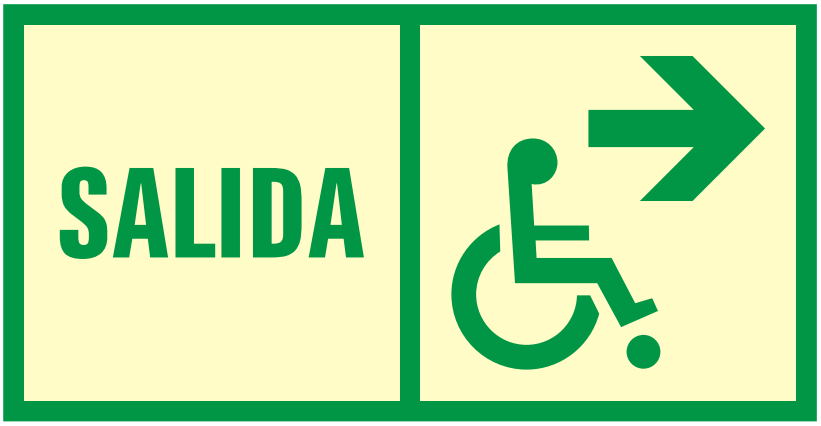
EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN

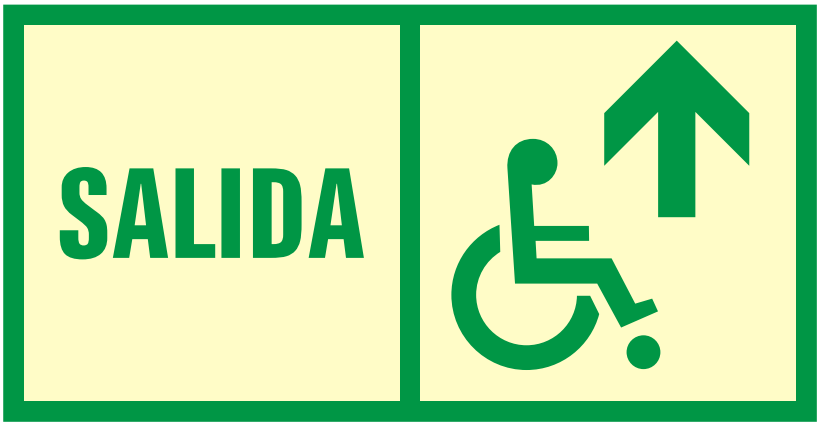






EJEMPLO DE CARTELES COMBINADOS FOTOLUMINISCENTES DE EVACUACIÓN





EJEMPLO DE CARTELES CON SEÑALES MÚLTIPLES

Este tipo de cartel, debido a su gran dimensión, permite colocar señales múltiples de seguridad dentro de un mismo panel.

ANEXO C
(NORMATIVO)

INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

C.1 DIMENSIONES DE LAS SEÑALES DE SEGURIDAD

C.1.1 Los formatos de las señales y carteles de seguridad necesarios, dependiendo de la distancia desde la cual el usuario visualizará la señal de seguridad o tendrá que leer el mensaje del cartel de seguridad, serán los contenidos en la Tabla C1.

TABLA C1 - FORMATOS DE LAS SEÑALES Y CARTELES SEGÚN LA DISTANCIA MÁXIMA DE VISUALIZACIÓN.

DISTANCIA (m)	**CIRCULAR** (diámetro en cm)	**TRIANGULAR** (lado en cm)	**CUADRANGULAR** (lado en cm)	**RECTANGULAR**		
				1 a 2 (lado menor en cm)	**1 a 3** (lado menor en cm)	**2 a 3** (lado menor en cm)
de 0 a 10	**20**	**20**	**20**	**20 x 40**	**20 x 60**	**20 x 30**
+ de 10 a 15	**30**	**30**	**30**	**30 x 60**	**30 x 90**	**30 x 45**
+ de 15 a 20	**40**	**40**	**40**	**40 x 80**	**40 x 120**	**40 x 60**

C.1.2 Para casos particulares las dimensiones de las señales y carteles de seguridad se reducirán proporcionalmente.

ANEXO D
(INFORMATIVO)

REFERENCIAS DE OTROS SISTEMAS DE ORDENAMIENTO DE COLORES PARA COLORES DE SEGURIDAD

Los colores están normalizados en las Tablas A2 a A4 mediante coordenadas cromáticas. Sin embargo, los fabricantes de señales de seguridad necesitan otras referencias de los colores respectivos de seguridad, para este propósito, en la Tabla D1 se dan las coordenadas de los colores de seguridad de los materiales ordinarios en otros sistemas internacionales.

TABLA D.1 - Ejemplos para colores de seguridad de otros sistemas de ordenamiento de colores

Color	DIN 6164	Munsell	AFNOR NF X08-002 y X08-010	NCS
Rojo	7,5:8,5:3	7,5R4/14	N°2805	S 2080-R
Azul	16,7:7,2:3,8	2,5PB 3/10	N°1540	S 4060-R90B
Amarillo	2,5:6,5:1	10YR 7/14	N°1330	S 1070-Y10R
Verde	21,7:6,5:4	5G 4/9	N°2455	S 3060-G
Blanco	N:0:0,5	N 9,5	N°3665	S 0500-N
Negro	N:0:9	N 1	N°2603	S 9000-N

Banco Interamericano de Desarrollo

ingeniería · medio ambiente · arquitectura
Av. Santo Toribio 173, Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

No disponible en versión pública para mantener la privacidad de los participantes

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SECTOR "PUNTA CRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, DEPARTAMENTO DE LIMA

Documento: ANEXO 2 PLAN DE INTERVENCIÓN SOCIAL

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 8 de Enero de 2016

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "PUNTA GRITA LOBOS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, REGIÓN LIMA

Documento: PLAN DE MANEJO DE LIXIVIADOS

Titular: BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Emplazamiento: Lima, Perú

Referencia: 00950

Fecha 19 de Octubre de 2016

Contenido

1. plan de manejo de lixiviados 4
1.1. Definición 4
1.2. Objetivos 4
1.2.1. Objetivo general 4
1.2.2. Objetivos específicos 4
1.3. Alcance 4
1.4. Responsabilidad 4
1.5. Marco legal 5
1.6. Localización 5
1.6.1. Ubicación geográfica y política del distrito 5
1.6.2. Ubicación del área degradada 5
1.7. Generación, diseño técnico de captación y monitoreo ambiental del lixiviado a gestionar 7
1.7.1. Generación de Lixiviado 7
1.7.2. Análisis ambiental del lixiviado del Botadero de "Punta Grita Lobos" 11
1.7.2.1. Metodología para el análisis ambiental del lixiviado del botadero de "Punta Grita Lobos" 11
1.7.2.2. Resultados del análisis ambiental del lixiviado del botadero de "Punta Grita Lobos" 13
1.7.3. Diseño técnico para la captación del lixiviado generado 13
1.7.4. Monitoreo ambiental de los lixiviados. 19
1.8. Riesgos, Medidas de prevención e implementos de seguridad personales y colectivos para el manejo del lixiviado 20
1.8.1. Riesgos detectables más comunes 20
1.8.2. Medidas de prevención 21
1.8.3. Implementos de seguridad para el manejo del lixiviado 22
1.8.4. Protecciones colectivas 24
1.9. Descripción de la carga, transporte y descarga del lixiviado 25
1.9.1. Identificación de los puntos de extracción de lixiviados 25
1.9.2. Definición de equipos y herramientas 26
1.9.3. Procedimiento de extracción de lixiviados 27
1.9.4. Medidas especiales de prevención en la extracción de lixiviados 28
1.9.5. Identificación de la ruta y puntos de descarga 28
1.9.6. Procedimiento de descarga de lixiviados 29
1.9.7. Medidas especiales de prevención en la descarga de lixiviados 30
1.9.8. Frecuencia de la extracción y descarga del lixiviado 30
1.10. Plan de contingencia 30

1.10.1. Medidas generales en caso de ocurrir un derrame 30
1.10.2. Procedimientos frente a un derrame o fuga 31
1.10.3. Procedimiento después de controlado el derrame 32
1.11. Conclusiones 33
1.12. Recomendaciones 33
1.13. Anexos 34

Índice de Tablas

Tabla 1. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2018) 9

Tabla 2. Características del lixiviado de rellenos sanitarios o botaderos. 12

Tabla 3. Características típicas de los lixiviados de rellenos sanitarios o botaderos. 13

Tabla 4. Frecuencia de análisis de lixiviados. 19

Tabla 5. Parámetros a analizar de la muestra de lixiviado. 19

Tabla 6. Frecuencia de la extracción y descarga del lixiviado. 30

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del Proyecto 6

Figura 2. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous 8

Figura 3. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Punta Grita Lobos 14

Figura 4. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Punta Grita Lobos 15

Figura 5. Ubicación de los pozos de lixiviado 16

Figura 6. Pozo de extracción del lixiviado 17

Figura 7. Equipos de protección personal. 24

Figura 8. Localización de la pozos de lixiviado 26

Figura 9. Camioneta implementada con contenedor de 1000 litros. 27

Figura 10. Ruta desde los pozos de extracción hasta las pozas del nuevo relleno sanitario (zona de descarga). 29

1. PLAN DE MANEJO DE LIXIVIADOS

1.1. Definición

El presente Plan de manejo de lixiviados pretende definir una metodologia de gestión y manejo del lixiviado que se genere en el área del botadero el cual será recolectado gracias al sistema de recolección de lixiviados implementado por el proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima, desde la captacion del lixiviados en el botadero hasta de su descarga en el nuevo relleno sanitario para prevenir, corregir o mitigar los posibles impactos ambientales que pudiesen producirse.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Definir una metodología de gestión y manejo del lixiviado que se genere en el área del botadero

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir la generación, el diseño técnico de captación y el monitoreo ambiental del lixiviado a gestionar
- Identificar los riesgos, medidas de prevención e implementos de seguridad personales y colectivos para el manejo del lixiviado.
- Describir la carga, transporte y descarga del lixiviado.

1.3. Alcance

El alcance del plan de manejo de lixiviados comprende las actividades a llevar a cabo en la recogida de los lixiviados en los pozos, como su transporte y descarga en las pozas de lixiviado del nuevo relleno sanitario de Chancay.

1.4. Responsabilidad

La correcta implementación del plan de manejo de lixiviados durante la etapa de post clausura será responsabilidad de la municipalidad distrital de Chancay, la cual estará a cargo de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos "Punta Grita Lobos", Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima para lo cual se designará al personal técnico adecuado.

1.5. Marco legal

El marco legal existente en el Perú relacionado con el proyecto es el siguiente:

- Constitución Política del Perú.
- Ley Nº 28611 - Ley General del Ambiente[1].
- Ley Nº 27314 - Ley General de Residuos Sólidos[2] (incluye Decreto Legislativo 1065 que modifica la Ley).
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. 057-2004-PCM)
- D.S. Nº 003-2008 – MINAM: "Aprueban Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para el Aire".
- D.S. Nº 002-2008-MINAM: "Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua".
- Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades.

1.6. Localización

1.6.1. Ubicación geográfica y política del distrito

El distrito de Chancay, está ubicado en la Provincia de Huaral, departamento de Lima. Situada entre las coordenadas UTM 8715994N y 259942E, cuenta con una extensión de 150.11km2. Los límites del distrito de Chancay son:

- Por el Norte : Con la provincia de Huaura.
- Por el Sur : Con el Distrito de la Provincia de Huaral, Aucallama.
- Por el Este : Con el Distrito de Huaral.
- Por el Oeste : Con el Océano Pacífico.

1.6.2. Ubicación del área degradada

El presente proyecto de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos se ubica en la zona conocida como Punta Grita Lobos, la cual da nombre al botadero actual botadero actual de residuos sólidos del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región de Lima

El acceso al botadero se realiza desde el kilómetro 93 de la carretera Panamericana. A esta altura al lado izquierdo de la vía existe un desvió de ingreso al CC.PP. 4 de Junio, continuando por este comino afirmado que bordea la zona arqueológica Chancayllo hasta llegar a una tranquera que controla el

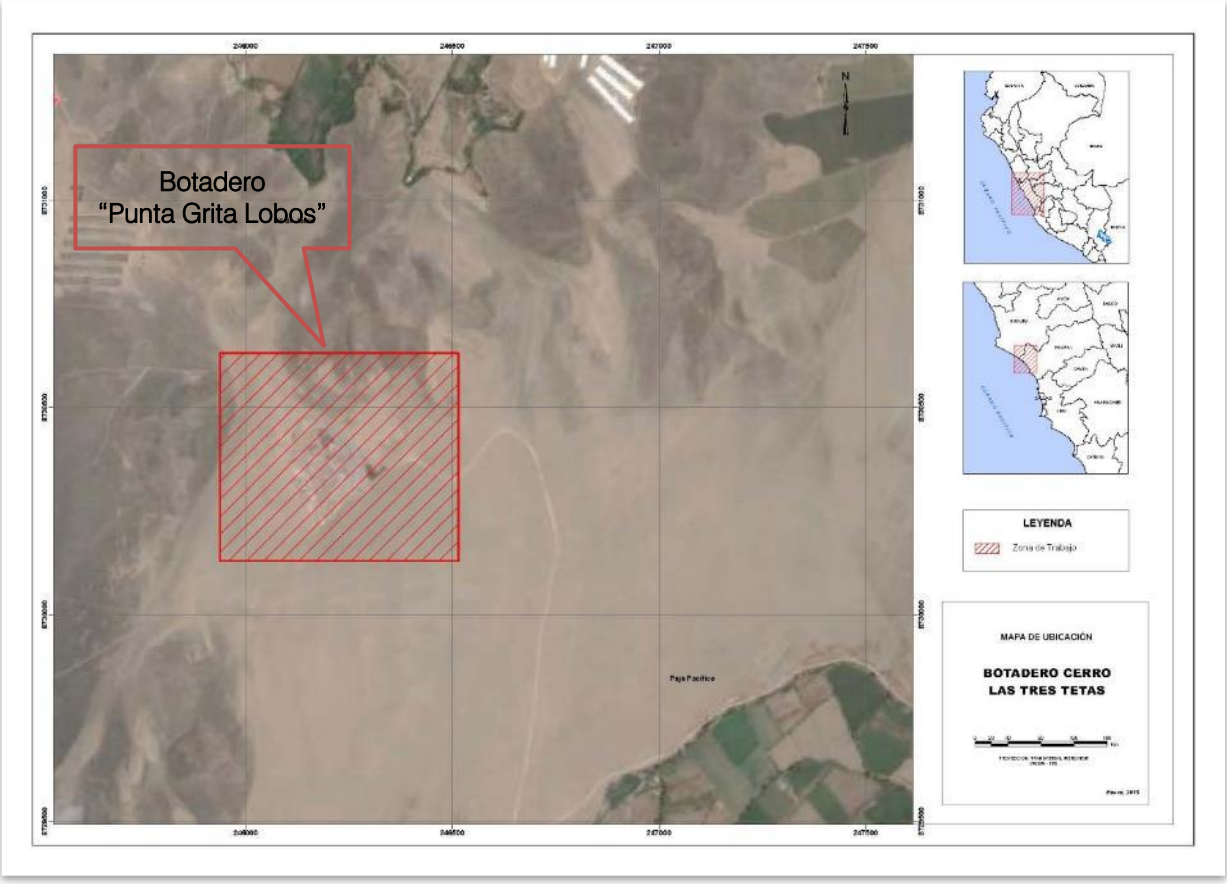
[1] Publicado en el diario Oficial El Peruano, 13 de octubre de 2005.
[2] Publicado en el diario Oficial El Peruano, 21 de julio de 2000 – Modificada en el 2008 DL 1065.

ingreso al terreno. La Municipalidad Chancay ha mejorado el camino de acceso al botadero realizando actividades de mejoramiento apertura, y vertimiento de afirmado.

El proyecto se ubica a una altitud promedio de 130 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, 246204.87 m Este; 8730337.91 Norte.

La imagen a continuación muestra la localización del proyecto.

Figura 1. Localización del Proyecto



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Dicha área tiene una superficie de 49,812.70m2, conformada por las siguientes coordenadas UTM.

1.7. Generación, diseño técnico de captación y monitoreo ambiental del lixiviado a gestionar

1.7.1. Generación de Lixiviado

La infiltración de lixiviados y su posterior contaminación de la tierra circundante y acuíferos es uno de los principales problemas ambientales asociados a las áreas degradadas por residuos sólidos. El lixiviado de un botadero se puede definir, en términos generales, como el líquido producido a partir de la descomposición de los residuos y la infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo. La generación de lixiviados se produce cuando la humedad penetra en la masa de residuo, disuelve los contaminantes en fase líquida y se alcanza un contenido de humedad suficiente para iniciar el flujo de líquido. Este lixiviado es un agua residual de alta resistencia, presentando altas concentraciones de amoníaco y orgánicos contaminantes (medidos en términos de demanda química de oxígeno DQO y DBO demanda bioquímica de oxígeno), hidrocarburos halogenados y metales pesados. Además, los lixiviados generalmente contienen altas concentraciones de sales inorgánicas (principalmente cloruro de sodio, carbonato y sulfato) y depende de la composición de los residuos vertidos.

En las condiciones actuales del botadero "Punta Grita Lobos", el cuál carece de drenajes y piezómetros, y donde parte de los residuos no han sido cubiertos, no es posible medir la cantidad real de lixiviado generado.

La metodología empleada se basa en la metodología propuesta por Tchobanoglous (1993). Tchobanoglous propone estimar la producción de lixiviados a partir de un balance hídrico de un volumen de control (área unitaria x altura del relleno) del botadero. El balance se basa en la siguiente expresión:

$$Entrada\ de\ agua\ =\ Salidas\ de\ Agua\ +\ Agua\ almacenada$$

$$Pa\ +\ Pr\ =\ Gw\ +\ Gv\ +\ CC\ +\ Lv\ (exceso\ de\ agua)$$

Donde:

- Pa: Agua presente en el interior de los residuos, Pa (inicialmente corresponde al contenido de humedad de los residuos dispuestos, Kg/m².
- Pr: Percolación de agua lluvia hacia el interior de la masa de residuos, Kg/m².
- Gw: Agua consumida en la generación de gas, Kg/m².
- Gv: Agua perdida como vapor de agua en el gas, Kg/m².
- CC: Capacidad de retención de agua del relleno (Capacidad de campo), Kg/m².
- Lv: Exceso de agua o producción de lixiviados, Kg/m².

La cantidad de agua que se infiltra al interior del botadero (Pr) se estima de acuerdo a la ecuación:

$$Pr\ =\ P - R - ETP$$

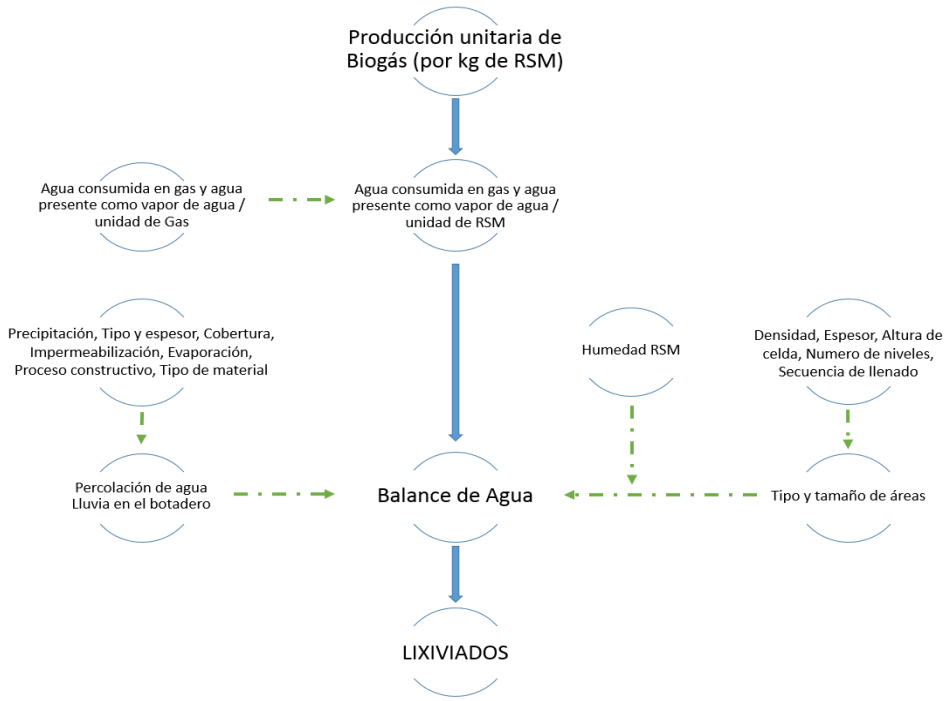
Donde:

- P: Precipitación atmosférica por unidad de área, mm/m². A efectos de cálculo se tomaron los valores medios anuales, de la estación de Lomas de Lachay.
- R: Cantidad de agua que se pierde por escorrentía superficial, por unidad de área, mm/m².
- ETP: Cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración por unidad de área, mm/m².
- Pr: Cantidad de agua que se infiltra a través del materia de cobertura y entra hasta los residuos sólidos, por unidad de área, mm/m².

La cantidad de agua que se puede almacenar en el material de cobertura depende de su capacidad de campo (CC = máxima cantidad de agua que el suelo puede retener en contra de la gravedad) y del porcentaje de marchitez permanente (PMP). La diferencia entre la CC y la PMP cantidad de agua que puede almacenarse en el suelo.

En la siguiente figura se presenta de forma esquemática la metodología de Tchobanoglous para estimar la producción de lixiviados.

Figura 2. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

La tabla a continuación muestra los resultados de generación de lixiviados desde Enero de 2015 hasta finales de 2018.

Tabla 1. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2018)

		Generación de lixiviados												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2015	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	5,087.1
	GW (m3/mes)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	21.6
	GV (m3/mes)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.65
	Total (m3/mes)	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	5,064.9
	Total (m3/día)	13.62	15.07	13.62	14.07	13.62	14.07	13.62	13.62	14.07	13.62	14.07	13.62	13.88
2016	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes))	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuos (m3/mes)	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	5,285.1
	GW (m3/mes)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	24.0
	GV (m3/mes)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.7
	Total (m3/mes)	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	5,260.42
	Total (m3/día)	14.14	15.66	14.14	14.61	14.14	14.61	14.14	14.14	14.61	14.14	14.61	14.14	14.41
2017	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	265,533.33	265,533.33	265,533.33	265,533.3	265,533.3	-	-	-	-	-	-	-	1,327,666.7

	GW (m3/mes)	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	22.7
	GV (m3/mes)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.7
	Total (m3/mes)	265,531.38	265,531.38	265,531.38	265,531.38	265,531.38	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	1,327,643.25
	Total (m3/día)	8,565.53	9,483.26	8,565.53	8,851.05	8,565.53	-0.07	-0.06	-0.06	-0.07	-0.06	-0.07	-0.06	3,637.38
2018														
	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	GW (m3/mes)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	21.6
	GV (m3/mes)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.7
	Total (m3/mes)	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-22.22
	Total (m3/día)	-0.06	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06

Fuente: Equipo de Formulación

Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. El lixiviado generado proviene principalmente de la propia humedad del residuo una vez dispuesto en el terreno. Con el objetivo de obtener unos resultados lo más conservadores y ajustados a la realidad, se ha supuesto que la humedad libre del residuo no está afectada por la evapotranspiración.

La tasa de percolación de lixiviados en el fondo del vaso se puede estimar aplicando la ley de Darcy.

$$Percolación\ de\ lixiviados\ \left(\frac{m^3}{d}\right) = k\ \left(\frac{m^3}{m^2} \cdot s\right) x\ Superficie\ botadero(m^2)$$

Utilizando el valor de permeabilidad del subsuelo correspondiente a la calicata C5, 4.80 x 10^{-3} cm/s, se obtiene un caudal de percolación máxima de lixiviados en condiciones de saturación de 1.45 m^3/s (125,058.8 m^3/d), por lo que es de esperar que todo el lixiviado generado percola hacia el subsuelo.

Se ha escogido la calicata C5 frente a C3 puesto que es la más próxima al botadero y la permeabilidad del material de la primera es mayor que la permeabilidad de la segunda.

Aunque no es posible conocer con exactitud el lixiviado generado actualmente, sí es posible realizar una estimación más precisa de la cantidad de lixiviado que se generará una vez se han ejecutado las obras de restauración del área degradada. Para ello se ha empleado el mismo modelo matemático basado en la teoría del profesor George Tchobanoglous, la cual se describe en detalle en su libro "Integrate Solid Waste Management" (1993).

1.7.2. Análisis ambiental del lixiviado del Botadero de "Punta Grita Lobos"

A continuación describiremos la metodología y los resultados del análisis ambiental realizado a los lixiviados del botadero Punta Grita Lobos.

1.7.2.1. Metodología para el análisis ambiental del lixiviado del botadero de "Punta Grita Lobos"

Los lixiviados de los botaderos difieren en sus características unos de otros. Por ello es necesario llevar a cabo, cuando se aprecie su presencia, una toma de muestras que permitan analizar dichas características. La tabla a continuación muestra las concentraciones típicas de cada uno de los elementos típicamente analizados en los lixiviados de rellenos sanitarios o botaderos.

Tabla 2. Características del lixiviado de rellenos sanitarios o botaderos.

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Sólidos Disueltos Totales	584 – 55,000
Sólidos Suspendidos Totales	2 – 140,900
Conductancia específica	480 – 72,500 mh/cm
DBO5	6.6 – 99,000
DQO	10 – 195,000
Carbono Orgánico Total	ND – 40,000
PH	3.7 - 8.9
Alcalinidad Total	ND - 15.050
Dureza	0.1 – 225,000
Cloruros	2 - 11.375
Calcio	3 - 2.5
Sodio	12 - 6.01
Nitrógeno Total	2 - 3.32
Hierro	ND – 40,000
Potasio	ND - 3.2
Magnesio	4 - 780
Nitrógeno Amoniacal	ND - 1.2
Sulfatos	ND - 1.85
Aluminio	ND - 85
Zinc	ND - 731
Manganeso	ND - 400
Fósforo Total	ND - 234
Boro	0.87 - 13
Bario	ND - 12.5
Níquel	ND - 7.5
Nitrógeno de Nitratos	ND - 250
Plomo	ND - 14.2
Cromo	ND - 5.6
Antimonio	ND - 3.19
Cobre	ND - 9
Talio	ND - 0.78
Cianuro	ND - 6
Arsénico	ND - 70.2
Molibdeno	0.01 - 1.43
Estaño	ND - 0.16
Nitrógeno de Nitritos	ND - 1.46
Selenio	ND - 1.85
Cadmio	ND - 0.4
Plata	ND - 1.96

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Berilio	ND - 0.36
Mercurio	ND - 3
Turbiedad	40 - 500 UTJ

Fuente: Design, construction & monitoring of sanitary landfill. A. Bagchi. Willey Interscience. USA 1990

Debe resaltarse que la composición química del lixiviado tiene una variación importante con el tiempo, y depende de la etapa en que se encuentre la descomposición de los residuos. En la primera fase de la degradación biológica, el pH tendrá valores bajos, y la DQO, la DBO5, sólidos suspendidos y concentración de metales pesados tendrán valores altos. Después de un tiempo de maduración, este mismo líquido presentará un valor de pH entre 6 y 8 (casi neutro) y valores de concentración de DQO, DBO5 y materiales nutrientes mucho más bajos.

Tabla 3. Características típicas de los lixiviados de rellenos sanitarios o botaderos.

Característica	Lixiviado joven	Lixiviado viejo
DBO	14,950 mg/L	5,000 mg/L
DQO	22,650 mg/L	8,180 mg/L
Metales pesados	Muy altos	Bajos

Fuente: Giraldo E., "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997

1.7.2.2. Resultados del análisis ambiental del lixiviado del botadero de "Punta Grita Lobos"

Se han realizado excavaciones en el perímetro del botadero con el objetivo de interceptar lixiviado para su caracterización. Sin embargo, en ninguna de las excavaciones se ha encontrado presencia alguna.

1.7.3. Diseño técnico para la captación del lixiviado generado

El lixiviado (líquido que percola o infiltra a través de la masa de residuos) se origina a partir los procesos de descomposición de los residuos sólidos en un relleno sanitario y el agua de lluvia que se infiltra. Es importante que en el diseño de las acciones correctoras se implementen las medidas necesarias que garanticen un manejo eficiente de dicha fuente contaminante.

El control de los lixiviados tiene implicaciones puramente ambientales y puede realizarse principalmente de dos formas, controlando el volumen o disminuyendo la infiltración. Uno de los objetivos principales

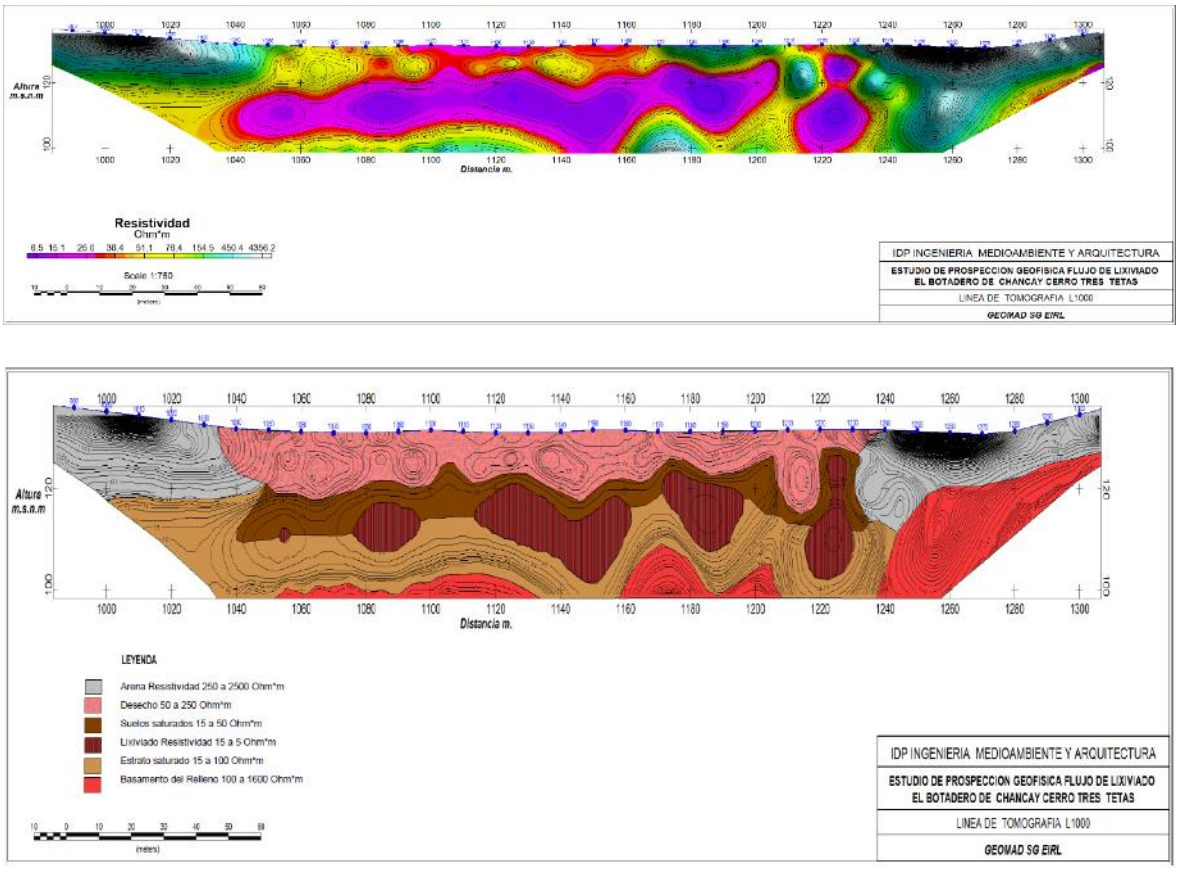
de la construcción de la capa de sellado es minimizar infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo, principal causante de la generación de lixiviados.

La falta de información acerca de los patrones que gobiernan el flujo de los lixiviados en el botadero unido al desconocimiento a cerca de los materiales presentes, hace difícil estimar la carga se verán sometidos los sistemas de captación y extracción de lixiviados.

Para detectar posibles bolsas de lixiviados y biogás en el interior del botadero, se ha realizado un estudio geofísico del botadero. Tal y como se observa en los resultados de las tomografías 2D, la humedad de los residuos en el interior del botadero no es homogénea, y puesto que la columna de residuo es de pequeña profundidad (media 5 m), no se han formado bolsas de lixiviados.

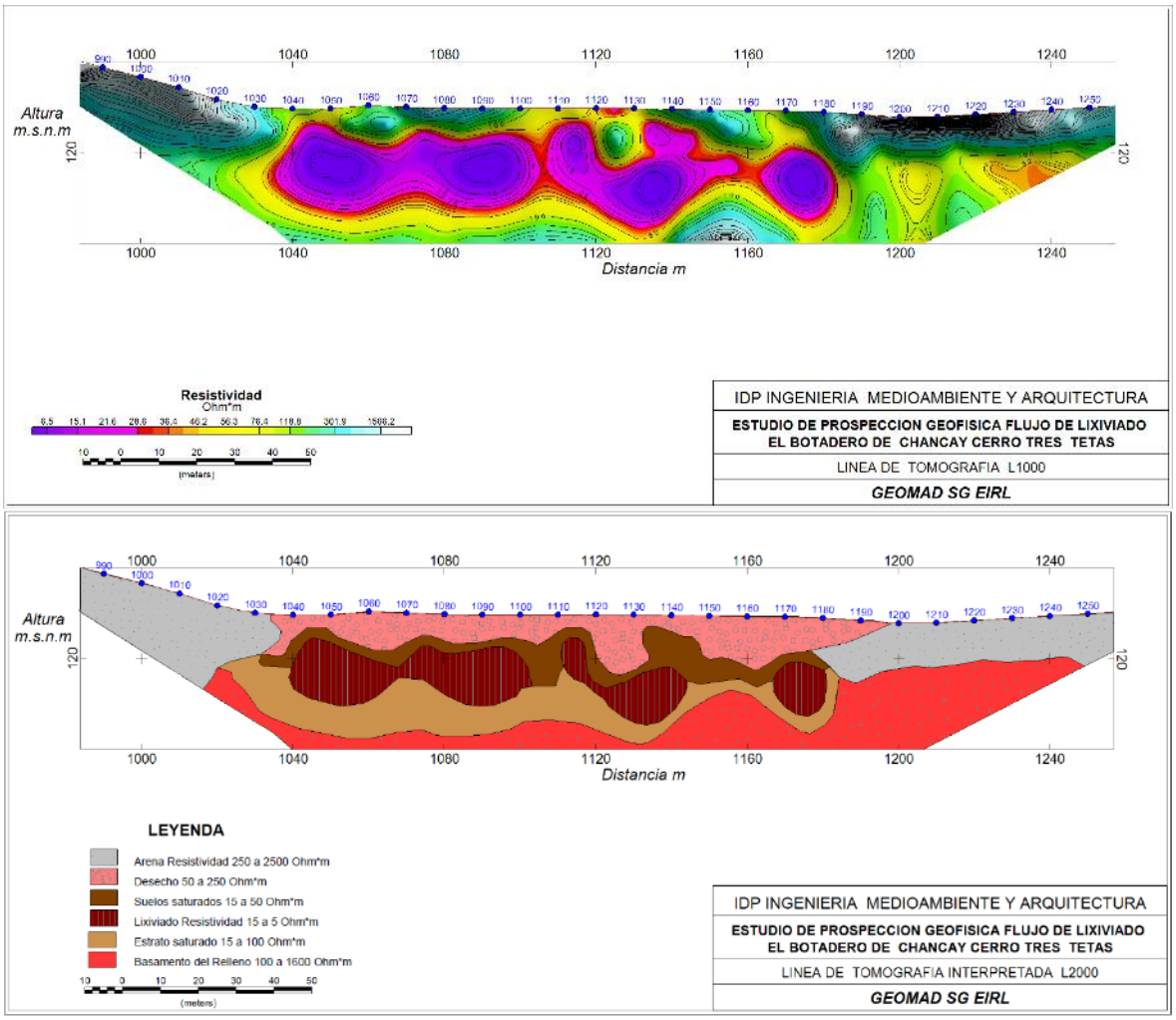
Las secciones de tomografía permiten por conocer el movimiento de los lixiviados en el botadero. Mientras que las capas superficiales presenta una humedad baja debido a la evapotranspiración, los suelos por debajo del botadero presentan un alto grado de humedad por lixiviación. El movimiento de los lixiviados es vertical, desde la superficie hacia el subsuelo. Esto corrobora la alta permeabilidad de los suelos de la zona y la inexistencia de una capa impermeabilizante en el fondo del botadero.

Figura 3. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Punta Grita Lobos



Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero Chancay Punta Grita Lobos. 2015

Figura 4. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Punta Grita Lobos



Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero Chancay Punta Grita Lobos. 2015

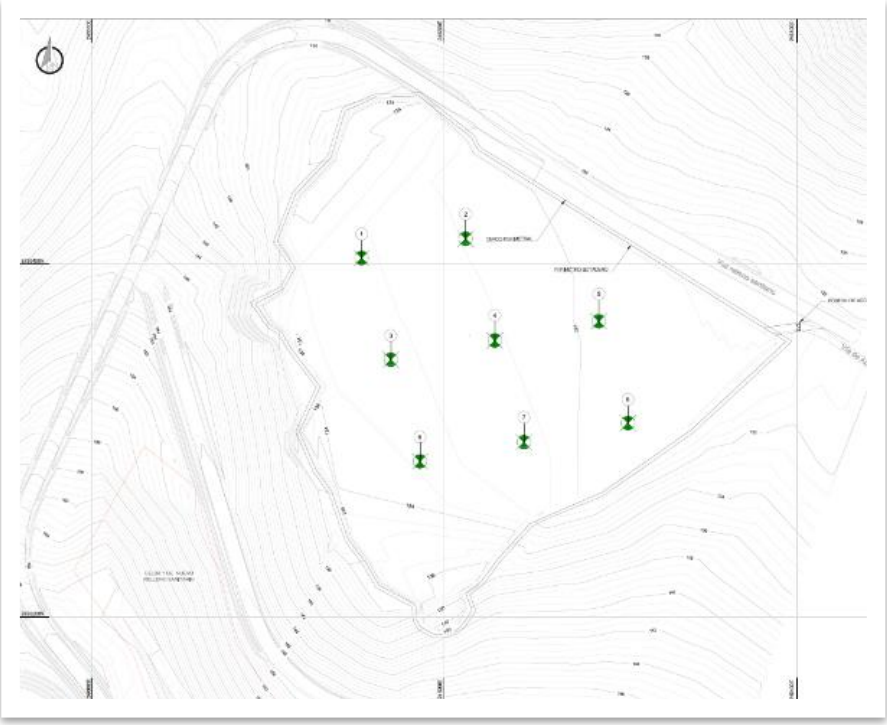
Debido a las condiciones climáticas de la zona, donde la evapotranspiración es mayor que la pluviometría, una vez construida la capa de sellado no se espera generación de lixiviados debido a la pluviometría. El lixiviado generado proviene principalmente de la propia humedad del residuo una vez dispuesto en el terreno, por lo tanto, una vez clausurado el botadero dejará de generarse lixiviado.

Ante la imposibilidad de actuar en la impermeabilización del fondo de la celda, y puesto que no existe movimiento lateral de los lixiviados y que una vez clausurado el botadero no se generará más lixiviado, las medidas propuestas se centran en extraer el lixiviado acumulado en el fondo de la celda del botadero y en los primeros estratos del subsuelo.

Puesto que el lixiviado tiende a concentrarse en la zona central del botadero, se construirán 8 pozos en configuración de rejilla, con una distribución que asegure la mayor cobertura posible del botadero. Estos pozos tendrán una profundidad de 17 metros, determinada por la presencia de flujo de lixiviado descrita en el estudio geofísico (la profundidad de los lixiviados es regular en toda el área). Creando un gradiente

de presión negativo, el lixiviado acumulado fluirá gradualmente hacia los pozos construidos permitiendo su extracción mediante bombeo.

Figura 5. Ubicación de los pozos de lixiviado

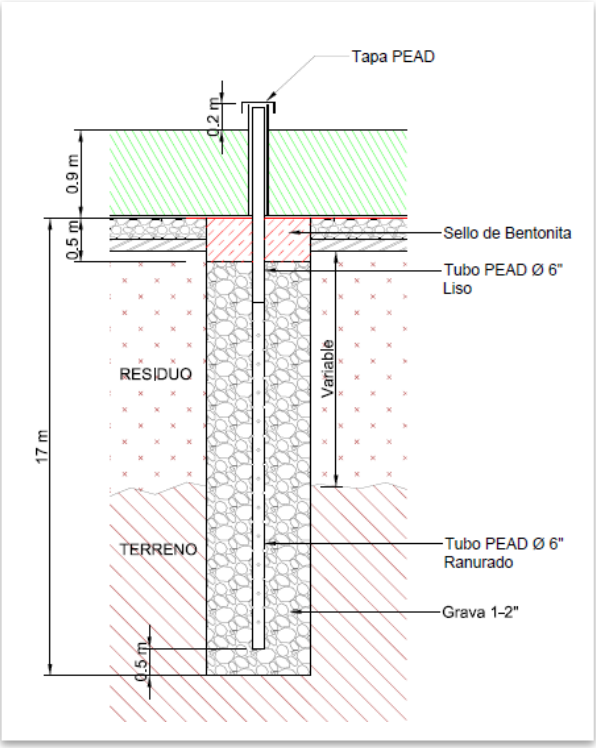


Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Los pozos consisten en una perforación vertical de entre 0,6 metros de diámetro en el cuerpo del residuo, donde se instala una tubería perforada de 6” tipo Polietileno de alta densidad (PEAD) en posición central, ranurada con un área libre del 5 – 7 % y grosor de las ranuras de 3 a 20 mm. La tubería estará envuelta en material granular de protección, grava de machaqueo, de bajo contenido en carbonatos, diámetro 1-2” y conductividad hidráulica > 1x10-3 m/s. La profundidad máxima del pozo será de 17 metros. En la parte superior del pozo se colocará un sello de bentonita (50 cm) que evite la entrada de agua hacia el interior del mismo. La construcción de los pozos se terminará con una tapa de PEAD que evite la caída de materiales en el interior del pozo.

En la figura a continuación se muestran las características mínimas requeridas para la construcción de los pozos de extracción del lixiviado.

Figura 6. Pozo de extracción del lixiviado



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

El número de pozos a instalar depende del radio de influencia de estos. Dicho radio de influencia está directamente relacionado con el grado de compactación y la tipología del residuo. Sin embargo, tal y como se ha reseñado en el apartado de caracterización de los residuos en el botadero, hay que considerar que dentro de los estratos de residuos sólidos no existe una uniformidad en cuanto a las características de los mismos, así como su localización.

Todo lo anterior hace complicado el cálculo para determinar la ubicación de los pozos. De acuerdo a la bibliografía de referencia utilizada para la clausura de botaderos. Si atendemos a criterios de diseño de selección de numero de pozos destinados a biogás (movimiento horizontal del gas asimilable al lixiviado) (de 2 a 6 piezas por hectárea) junto con las localización de las zonas donde existe mayor acumulación de lixiviado (según estudio geofísico), el número total de pozos ascienda a un mínimo de 8. La separación de los pozos será de 60 metros, asumiendo un radio de influencia de cada uno de ellos de 30 metros. Los pozos se han distribuido en el terreno de forma que se asegure la máxima cobertura de captación posible.

Según el estudio geofísico, se han interpretado las capas con resistividad comprendidas entre 15 y 100 Ohm*m como suelos saturados con lixiviados (para lo que se perforan las chimeneas hasta encontrar su nivel y poder extraerlos) y no como residuos. Esta interpretación además coincide con lo visto por el equipo consultor durante la visita de campo. Es por ello que se determina que la altura promedio del residuo es inferior a 5 metros.

La opción de gestión de los lixiviados incluye la recirculación de estos hacia el nuevo relleno sanitario de Chancay. El nuevo relleno sanitario contará con dos pozas de lixiviados[3] con una capacidad de almacenamiento efectiva de 222 m^3, diseñada para dar cabida a un volumen máximo de generación de lixiviados de 7.66 m3/d. Según el plan de manejo de lixiviados incluye la recirculación de lixiviados mediante una bomba de impulsión, con capacidad de bombeo de 1 lps y una carga estima de trabajo de 4 h/día.

Con estas condiciones, se espera que para desocupar cada poza (111 m3) será necesario emplear una semana aproximadamente (7.7 días), mientras que para llenarla a una tasa de producción calculada en la modelación de lixiviados del nuevo relleno sanitario, de 3.83 m3/día (50 % de 7.66 m3/día), se requiere de unos 30 días en promedio.

De acuerdo a los resultados del estudio de generación de lixiviados del botadero una vez clausurado, no se espera ninguna generación de lixiviados. Por tanto la única generación de lixiviados derivaría de la extracción de los pozos del lixiviado ya existente. Por lo tanto, el volumen de lixiviado extraído, en caso de existir, se adecuará al plan de operación del nuevo relleno sanitario.

El potencial lixiviado que podría extraerse de los pozos corresponde a un ciclo de extracción mensual del volumen acumulado en el interior de los pozos (tubos PEAD 6") , suponiendo un nivel máximo de 5 metros en el interior. Ello daría una extracción máxima de 0.72 m3 / mes (0.09 m3/pozo). Dicho volumen representa el 0.3 % del volumen de generación máxima de lixiviados esperado en el relleno sanitario (7.66 m3/d ó 237.46 m3/mes), el 0.6% de la capacidad efectiva de cada una de pozas y un incremento insignificante en la recirculación del <0.1% (Vol de recirculación anual en el relleno 446.4 m3/mes – 1lps en ciclos de 4h/día). Por tanto el incremento de volumen de lixiviado derivado de la aportación del botadero se considera asumible (<5% de incremento) por el sistema de manejo de lixiviados planteado en el proyecto del nuevo relleno sanitario.

Para la extracción del lixiviado acumulado en los pozos se ha previsto el uso de una bomba sumergible con una capacidad de extracción mínima de 1.5 m3/h. Esta bomba, de cuerpo cilíndrico y diámetro inferior al del pozo, se introducirá en el mismo hasta alcanzar el nivel donde se encuentre el lixiviado para proceder a su bombeo. Para alimentar la bomba se requerirá de un grupo electrógeno portátil que podrá ser transportado en camioneta. El lixiviado extraído será bombeado del pozo hacía un depósito de pequeño tamaño (1 m3), emplazado en la misma camioneta.

Una vez concluido el procedimiento de extracción de lixiviados en los diferentes pozos, se trasladará el depósito y su contenido a la poza del relleno sanitario para su gestión, tal y como se ha explicado anteriormente.

Dado el emplazamiento y procedimiento constructivo de la poza de lixiviado del relleno sanitario, no es necesario disponer de estructura de entrega. La descarga se realizará a través de la válvula de vaciado situada en la parte inferior del depósito.

[3] "Estudio de impacto ambiental semi detallado "Relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima"

1.7.4. Monitoreo ambiental de los lixiviados.

El control de los lixiviados está orientado a hacer el seguimiento, tanto de los parámetros contaminantes, como de aquellos que pueden dar información acerca del proceso de estabilización del residuo.

Los puntos de muestreo de los lixiviados serán los dos pozos de monitoreo construidos en el interior del botadero.

Se realizará una analítica completa incluyendo todos los parámetros cada año.

La frecuencia de estas analíticas de seguimiento será anual, debido a que no existen importantes diferencias climatológicas entre las estaciones de verano e invierno.

Tabla 4. Frecuencia de análisis de lixiviados.

Ensayo	Puntos	Frecuencia por año
Analítica de lixiviados	2	1

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tabla 5. Parámetros a analizar de la muestra de lixiviado.

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Sólidos Disueltos Totales	584 – 55,000
Sólidos Suspendidos Totales	2 – 140,900
Conductancia específica	480 – 72,500 mh/cm
DBO5	6.6 – 99,000
DQO	10 – 195,000
Carbono Orgánico Total	ND – 40,000
PH	3.7 - 8.9
Alcalinidad Total	ND - 15.050
Dureza	0.1 – 225,000
Cloruros	2 - 11.375
Calcio	3 - 2.5
Sodio	12 - 6.01
Nitrógeno Total	2 - 3.32
Hierro	ND – 40,000
Potasio	ND - 3.2
Magnesio	4 - 780
Nitrógeno Amoniacal	ND - 1.2
Sulfatos	ND - 1.85

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Aluminio	ND - 85
Zinc	ND - 731
Manganeso	ND - 400
Fósforo Total	ND - 234
Boro	0.87 - 13
Bario	ND - 12.5
Níquel	ND - 7.5
Nitrógeno de Nitratos	ND - 250
Plomo	ND - 14.2
Cromo	ND - 5.6
Antimonio	ND - 3.19
Cobre	ND - 9
Talio	ND - 0.78
Cianuro	ND - 6
Arsénico	ND - 70.2
Molibdeno	0.01 - 1.43
Estaño	ND - 0.16
Nitrógeno de Nitritos	ND - 1.46
Selenio	ND - 1.85
Cadmio	ND - 0.4
Plata	ND - 1.96
Berilio	ND - 0.36
Mercurio	ND - 3
Turbiedad	40 - 500 UTJ

Fuente: Design, construction & monitoring of sanitary landfill. A. Bagchi. Willey Interscience. USA 1990

1.8. Riesgos, Medidas de prevención e implementos de seguridad personales y colectivos para el manejo del lixiviado

1.8.1. Riesgos detectables más comunes

- Caídas al mismo y/o distinto nivel.
- Heridas en extremidades.
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes húmedos o encharcados.
- Sobreesfuerzos por manejo de materiales y herramientas.
- Accidentes de vehículos por exceso de carga o por mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas.
- Caídas del contenedor desde el vehículo.
- Caída del personal desde los vehículos en marcha.

- Caídas al subir o bajar de la camioneta.
- Accidentes del personal, por falta de responsable que mande cada maniobra de carga y descarga.
- Contacto con líquidos agresivos.
- Atropellos del personal en maniobras de vehículos.
- Accidentes en el vertido del contenido, al circular los camioneta marcha atrás.
- Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Suspensión de Partículas.
- Ruido puntual y ambiental.
- Electrocuciones por el generador eléctrico.
- Explosión y quemaduras por el mal uso del generador eléctrico y de la electrobomba.
- Contactos eléctricos.
- Inalacion de gases tóxicos.
- Atrapamiento de extremidades.

1.8.2. Medidas de prevención

- Para evitar el riesgo de caídas se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada
- En la manipulación de materiales, se deberán de considerar posiciones ergonómicas para evitar golpes, heridas y erosiones
- Para evitar lumbalgias, se procurará, en el transporte de materiales, que éste no supere los 30 kg.
- Se vigilará en todo momento el buen estado de la electrobomba y del generador eléctrico, se seguirán todas las instrucciones de uso para evitar malas manipulaciones debido a que el generador utiliza combustible y es inflamable se recomienda tener siempre un cubo de arena cerca para calmar cualquier amago de fuego.
- Cuando se efectúe una interrupción en los trabajos se desconectará totalmente el generador electrico de la bomba.
- Los cables de conducción eléctrica serán antihumedad y se empalmarán mediante conexiones estancas de intemperie y la protección externa debe estar en perfecto estado.
- Si los trabajos se realizan a la intemperie se suspenderán a causa de lluvias.
- Para la obtención de muestras de lixiviado o bombeo nunca se introducirán las extremidades superiores o inferiores al pozo.
- El personal siempre deberá contar con los equipos de protección adecuados.

1.8.3. Implementos de seguridad para el manejo del lixiviado

Estos se pueden definir como un conjunto de elementos y dispositivos diseñados para proteger las partes del cuerpo que se encuentran expuestos a riesgos durante el ejercicio de una labor. Los equipos basicos de proteccion, para cualquier trabajador del área se mencionan a continuación.

- Casco de seguridad:

  Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

- Gafas anti-impactos:

  Para trabajos con posible proyección de partícula.

- Gafas anti-polvo:

  Para utilizar en ambientes pulvígenos.

- Mascarilla de papel autofiltrante:

  Se utilizará usando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Será desechable de un solo uso.

- Tapón antirruido:

  En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Será desechable de un solo uso por razones higiénicas.

- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

  Para todos los trabajos con riesgos de caída de altura será de uso obligatorio.

- Mameluco de trabajo:

  Para todo tipo de trabajo a realizar en el área. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la operación y mantenimiento, según Convenio Colectivo aplicable.

- Traje impermeable:

  Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

- Guantes de goma:

  Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

- Guantes de cuero:

  Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en el área

- Guantes aislantes de la electricidad:

  Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- Mandil de cuero:

  Para los trabajos de martillos neumáticos y de soldadura.

- Botas impermeables al agua y a la humedad:

  Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

- Botas de seguridad:

  En todo trabajo en que exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

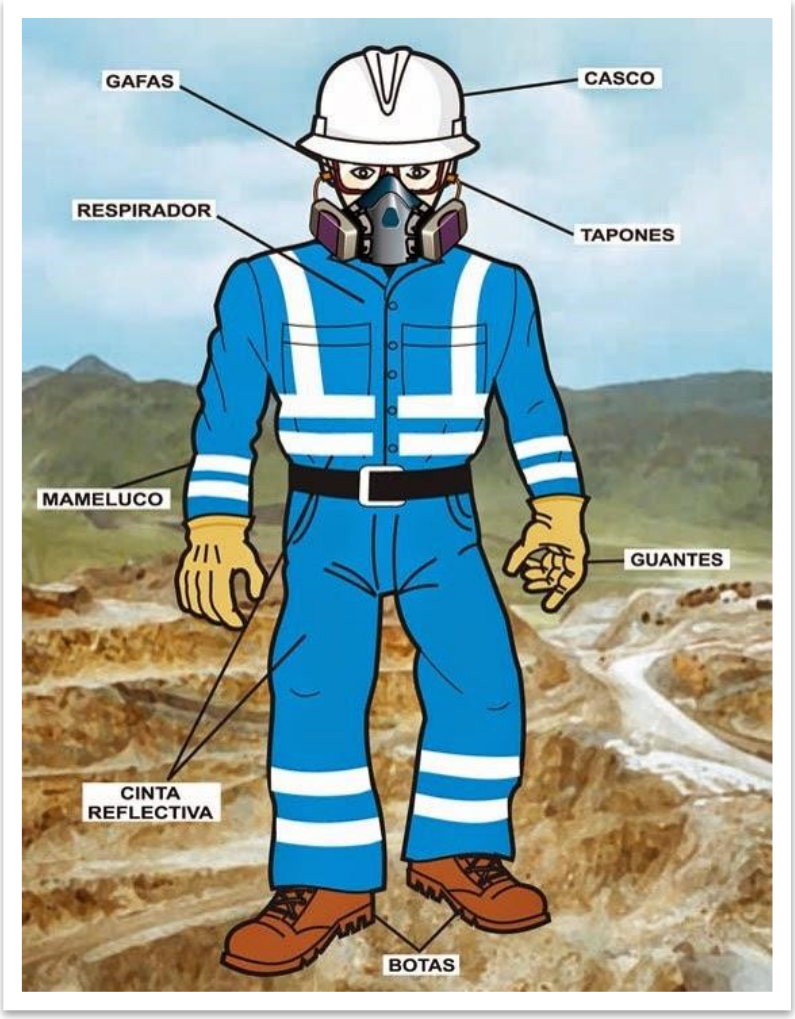
- Botas aislantes de la electricidad:

  Para uso de los electricistas.

- Chaleco reflectante:

  Se empleará por todo el personal que trabaje en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

Figura 7. Equipos de protección personal.



Fuente: Equipo de Formulación, 2016.

1.8.4. Protecciones colectivas

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, según la siguiente descripción:

- Señales de seguridad:

  Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

- Cinta de seguridad:

  Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

- Brigada de Seguridad:

  Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

- Plataformas de trabajo:

  Se dispondrá en elementos auxiliares para trabajos a nivel respecto al suelo o punto de apoyo.

- Extintores:

  Se dispondrán como sistema de protección contra incendios en la camioneta.

- Botiquín

  Se dispondrá de un botiquín con todos los medicamentos e implementos de primeros auxilios.

1.9. Descripción de la carga, transporte y descarga del lixiviado

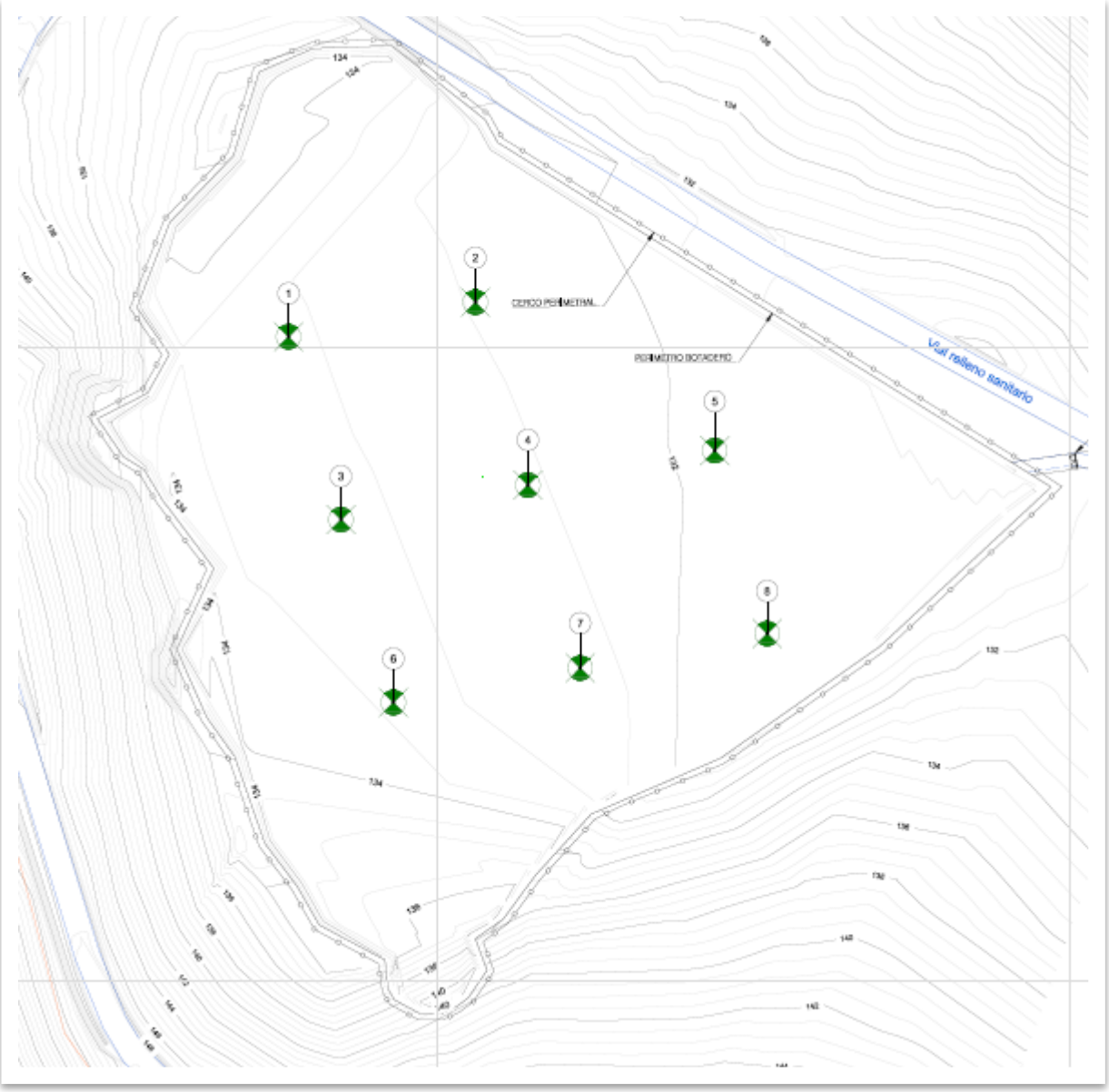
1.9.1. Identificación de los puntos de extracción de lixiviados

En primer lugar se identificarán los puntos de captación de lixiviados definidos en el proyectos de recuperación ambiental del área degradada. Estos puntos podrán ser:

- Los pozos de lixiviado.

En la siguiente figura podemos apreciar la ubicación de los pozos de lixiviado.

Figura 8. Localización de la pozos de lixiviado



Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

Desde estos pozos se extraerá el lixiviado recolectado y se tendrá que descargar en una de las dos pozas de lixiviado del nuevo relleno sanitario, pozas que detallaremos más adelante. Debemos tomar en cuenta que si se llegara a detectar lixiviado en los pozos de monitoreo construidos, también se puede extraer y descargar en la poza de lixiviado, así ayudar a la recirculacion del lixiviado y a su evaporación.

1.9.2. Definición de equipos y herramientas

El personal responsable del manejo de los lixiviados contará con el siguiente equipo de trabajo.

- Vehículo/camioneta 4x4 de caja abierta y portón trasero abatible.
- Depósito Contenedor de 1000 litros de capacidad, montado sobre la caja abierta del vehículo, construido en Polietileno de Alta Densidad, en jaula metálica de acero galvanizado e instalado sobre palet de madera tratado. El depósito estará provisto de una boca de llenado superior DN 150 y una válvula de vaciado DN50 en la zona inferior de uno de los paneles laterales.
- Bomba sumergible de captación de lixiviados, con un diámetro máximo de 100 mm. Incluyendo cable de para sumergir la bomba (40 metros)
- Tubería de llenado del depósito desde bomba sumergible 1 ¼”, de 30 metros de longitud.
- Grupo electrógeno de gasolina para la operación de la bomba sumergible de lixiviados. La tensión del grupo será de 230 V y 50 Hz.
- Paneles de señalización de trabajos.
- Equipos de protección personal.
- Testigo para medida de profundidad de lixiviado en pozos.

Figura 9. Camioneta implementada con contenedor de 1000 litros.

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

1.9.3. Procedimiento de extracción de lixiviados

El procedimiento de extracción de los lixiviados y descarga al depósito de transporte dependerá del punto de captación.

- Pozo de lixiviados
  1) Colocación de EPPs.
  2) Montaje de la bomba de lixiviados en el interior de la poza de lixiviados. Fijación del cable a un elemento fijo para garantizar la sujeción de la bomba.
  3) Conexión de la manguera de extracción al depósito de transporte.
  4) Arranque del equipo e inicio de los trabajos de captación.
  5) Una vez extraído el lixiviado de la poza y detención del grupo electrógeno.
  6) Retirada de la bomba centrífuga.

1.9.4. Medidas especiales de prevención en la extracción de lixiviados

- Se mantendrá una distancia de seguridad entre la camioneta y el punto de extracción de 10 metros.
- Emplear los EPP en todo momento por parte de los operarios, especialmente en los trabajos en los que se pueda entrar en contacto con el lixiviado (retirada de la bomba etc.).

1.9.5. Identificación de la ruta y puntos de descarga

Los operarios serán conocedores de los puntos de descarga de los lixiviados en el relleno sanitario, además de contar con los permiso necesarios para el acceso y circulación dentro de dicho recinto.

Además, previamente y al menos en una ocasión, cada uno de los operarios habrá reconocido la ruta de transporte desde el punto de extracción al punto de descarga identificando y siendo conocedor de punto críticos en la ruta que pudieran suponer un riesgo para el transporte (zonas de la vía en mal estado, etc.).

Para el caso de Chancay la ruta empieza en cualquiera de los 8 pozos de lixiviado del botadero desde allí el vehículo recorrerá una distancia aproximada de entre 100 a 230 dependiendo de la ubicación del pozo hasta el portón de ingreso luego tomará la vía habilitada hasta llegar a la primera poza del relleno sanitario recorriendo una distancia aproximada de 510 metros, y de 720 metros a la segunda poza de lixiviado, estas serán las zonas de descarga; no existe ningún riesgo en que el vehículo ingrese al area recuperada sobre la plataforma de cubierta porque esta se encuentra en capacidad de soportar la carga y al vehículo.

Para mejor ubicación en el anexo 1 del presente documento se muestra un plano de ubicación de los pozos de lixiviado y de las pozas del nuevo relleno sanitario.

A continuación podemos apreciar la ruta que debera seguir el vehículo que transporte el contenedor con el lixiviado:

Figura 10. Ruta desde los pozos de extracción hasta las pozas del nuevo relleno sanitario (zona de descarga).

Fuente: Equipo de Formulación, 2016.

1.9.6. Procedimiento de descarga de lixiviados

Una vez alcanzado el punto de descarga (zona de descarga), se procede a la descarga por gravedad. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

1) Colocación de EPPs.
2) Montaje de la manguera de descarga de lixiviados. Conexión al depósito y al punto de descarga.
3) Apertura de la válvula de descarga.
4) Una vez descargado el lixiviado, cierre de la válvula y recogida de la manguera de descarga.
5) Limpieza de todos los equipos que han entrado en contacto con el lixiviado antes de su almacenaje en las instalaciones de la municipalidad.
6) Registro de la actuación. Una vez llevados a cabo los trabajos descritos, se anotarán en el libro de registro la fecha de actuación, los puntos de captación de lixiviados empleados, los volúmenes extraídos, el tiempo empleado y las posibles incidencias ocurridas durante los trabajos.

1.9.7. Medidas especiales de prevención en la descarga de lixiviados

- Se mantendrá una distancia de seguridad entre la camioneta y el punto de descarga de 5 metros.
- Emplear los EPP en todo momento por parte de los operarios, especialmente en los trabajos en los que se pueda entrar en contacto con el lixiviado (retirada de la manguera etc.).

1.9.8. Frecuencia de la extracción y descarga del lixiviado

Para el caso de Chancay nunca deberá de sobrepasar esta capacidad de los pozos y se deberán realizar inspecciones semanales y por lo menos se deberá de recircular el lixiviado una vez por mes en época de verano o de invierno.

Tabla 6. Frecuencia de la extracción y descarga del lixiviado.

Operación	Frecuencia	Dedicación Horas / mensual	Operaciones	Dedicación Horas/año
Extracción lixiviados	Mensual	4	12	48

Fuente: Equipo de Formulación, 2015.

1.10. Plan de contingencia

Todo procedimiento de manejo, almacenamiento, carga, transporte y descarga de sustancias y residuos peligrosos está sujeto a sufrir cualquier tipo de incidente, por lo que se requiere de un Plan de Contingencias que identifique los accidentes, justifique la activación del plan, describa la actuación del plan, los procedimientos de actuación en cada caso, la cadena de mando operativo durante la emergencia y las acciones que debe realizar cada grupo de personas involucradas.

1.10.1. Medidas generales en caso de ocurrir un derrame

En el caso de derrames durante el transporte o manejo:

- Se mantendrá alejado al personal no autorizado y que no cuente con los elementos de protección personal adecuados.
- Se demarcará la zona del derrame.
- Solo personal autorizado podrá realizar la contención de un derrame.

Se dispondrá de los siguientes implementos para controlar derrames, estando el personal debidamente capacitado para su uso:

- Contenedor con materiales absorbentes (arena, aserrín) de fácil manipulación.
- Contenedor vacío, debidamente rotulado para almacenar los desechos del manejo del derrame
- Elementos de protección personal para trabajo con lixiviados: ropa impermeable y resistente al lixiviado, guantes adecuados por categoría de residuos, botas, lentes de seguridad para la protección del personal encargado de la manipulación.
- Barreras y elementos de señalización para el aislamiento del área afectada.

1.10.2. Procedimientos frente a un derrame o fuga

Evaluar el incidente:

- Evalúe el área y localice el derrame o fuga.
- Intente detener el derrame o fuga al nivel de su origen, sólo si lo puede hacer en forma segura y está autorizado, con materiales absorbentes (arena, aserrín, tierra de lugar). Si lo va a hacer en esta etapa, utilice elementos de protección personal.
- Evite el contacto directo con el lixiviado.

Notificar a los responsables de la operación y mantenimiento del área

- Entregue toda la información posible a la jefatura directa, para que se proceda al control de la emergencia. Esto incluye equipos, materiales y áreas afectadas. Señalar ubicación, productos comprometidos, cantidad, su dirección y condición actual.
- Los responsables del área deben comunicar a la municipalidad a cargo de la operación y mantenimiento del área para determinar si la emergencia podría involucrar a otras secciones.

Asegurar el área

- Alerte a sus compañeros sobre el derrame. De ser necesario, evite que se acerquen.
- Ventilar el área si se requiere.
- Acordonar con barreras, rodeando la zona (área contaminada).
- Rodear con materiales absorbentes.

Controlar y contener el derrame

- Antes de comenzar con el control o contención del derrame, debe colocarse los elementos de protección personal necesarios: Ropa adecuada impermeable y resistente a los productos químicos; guantes protectores; lentes de seguridad; protección respiratoria.
- Localice el origen del derrame y controle el problema a este nivel.
- Contenga con barreras, diques y/o materiales absorbentes. Si el derrame es sobre superficie impermeable: (cemento, lata, pisos) contener rápidamente formando un dique con el producto absorbente, comenzando sobre la menor cota de suelo en caso de pendiente, evitando que llegue a fuentes de agua o infiltre al suelo.

Limpiar la zona contaminada

- Intentar recuperar el producto si es posible.
- Absorber o neutralizar.
- Lavar la zona contaminada con agua, en caso que no exista contraindicación. Si parte del suelo se contaminó extraer el mismo y llevar a contenedores adecuados.
- Rotular adecuadamente todos los contenedores donde se van depositando los residuos.
- Todos los productos recogidos, deben tratarse como residuos peligrosos.

1.10.3. Procedimiento después de controlado el derrame

Descontaminar los equipos y al personal

- Disponer de una zona de descontaminación.
- Lavar equipos y ropa utilizada.
- Las personas que intervinieron en la descontaminación deben bañarse.

Después de la Emergencia

- Verificar que se detuvo el derrame.
- Verificar la cantidad de producto derramado.
- El encargado debe asegurarse de coordinar el retiro o enterramiento del material contaminado.

1.11. Conclusiones

- Para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto de “Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos “Punta Grita Lobos”, Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima”, hemos definido un Plan de manejo de lixiviados. La duración de la operación y el mantenimiento es 10 años a más<.
- Se han dictado las condiciones técnicas durante la operación y mantenimiento, y los procedimientos de trabajo de obligado cumplimiento en las distintas actividades de gestión y manejo de lixiviado.
- Se ha identificado la existencia de riesgos y consecuentemente se han establecido las medidas adecuadas para evitarlos, evaluando en cada caso la eficacia de las soluciones adoptadas. Se han hecho las previsiones e indicaciones oportunas para que los trabajos se desarrollen con seguridad.
- En cualquier caso, concluimos que todo lo anteriormente descrito, no es efectivo sin la implicación de todos los participantes en el proceso de ejecución de la operación. Para ello se destaca la importancia de concienciar adecuadamente a los trabajadores de la necesidad de trabajar con seguridad y evitar así los riesgos laborales.

1.12. Recomendaciones

- Las medidas propuestas deben ser cumplidas de carácter obligatorio para poder reducir, o eliminar cualquier impacto negativo posible durante los trabajos de gestión y manejo del lixiviado.
- Se recomienda la realización de talleres con todos los entes involucrados para difundir el presente Plan de manejo de lixiviados y que se haga de conocimiento de todos los involucrados en la operación y mantenimiento del proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos “Punta Grita Lobos”, Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región Lima.

1.13. Anexos

Banco Interamericano de Desarrollo

ingeniería • medio ambiente • arquitectura

Av. Santo Toribio 173. Vía central 125, Torre Real 08,
Piso 16, Oficina 1639. San Isidro, Lima 27, Perú
Tel. +51 1 710 3252 www.idp.com.pe

RECUPERACIÓN DEL ÁREA DEGRADADA POR RESIDUOS SÓLIDOS "CERRO LAS TRES TETAS", DISTRITO DE CHANCAY, PROVINCIA DE HUARAL, DEPARTAMENTO DE LIMA

Documento:	ANEXO 4 MEMORIA DE CÁLCULO
Titular:	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)
Emplazamiento:	Lima, Perú
Referencia:	00950
Fecha	22 de Agosto de 2016

Índice de Contenidos

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVOS 5

3 LOCALIZACIÓN DEL BOTADERO 5

4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO 6

5 MORFOLOGÍA DEL BOTADERO 7

5.1 Estado actual 7

5.2 Morfología final del área degradada 11

5.2.1 Configuración de las capas de sellado 11

5.3 Diseño de ingeniería 15

5.3.1 Modelado del terreno, movimiento de tierras. 15

5.3.2 Diseño de ingeniería 15

6 CAPA DE SELLADO 16

6.1 Dimensionado de la capa de cobertura 16

7 GESTIÓN Y MANEJO DEL BIOGÁS 16

7.1 Introducción 16

7.2 Metodología 18

7.3 Parámetros de Cálculo 20

7.3.1 Caracterización de los residuos 20

7.3.2 Geometría del botadero. Volumen de residuos 27

7.4 Resultados 32

7.5 Diseño del sistema de manejo de biogás 34

8 GESTIÓN DE LIXIVIADOS 34

8.1 Introducción 34

8.2 Composición de los lixiviados 35

8.3 Metodología generación de lixiviados 37

8.4 Resultados Generación actual 39

8.5 Resultados Alternativa Única 43

8.5.1 Cálculo de la cantidad de agua que se infiltra a través de la capa de sellado 43

8.5.2 Cálculo de la generación de lixiviados 45

8.6 Diseño del sistema de captación de lixiviados 48

9 ESTUDIO DE ESTABILIDAD 50
9.1 Descripción de alternativas 50
9.1.1 Descripción de la capa de clausura 50
9.2 Parámetros geotécnicos 50
9.2.1 Residuos 51
9.2.2 Terreno Natural 51
9.2.3 Capa de sellado 51
9.3 Factor de seguridad 53
9.4 Estabilidad global 54
9.4.1 Metodología 54
9.4.2 Parámetros geotécnicos 55
9.4.3 Geometría 55
9.4.4 Análisis de estabilidad 55
9.5 Estabilidad de la capa de sellado 57
9.5.1 Introducción 57
9.5.2 Antecedentes y datos de partida 57
9.5.3 Hipótesis 58
9.5.4 Cálculos realizados 59
9.5.5 Resultados 63
9.5.6 Conclusiones 64
10 BIBLIOGRAFÍA 65

Índice de tablas

Tabla 1. Factor de Esponjamiento según tipo de material 14

Tabla 25. Proyección de generación de RSM 22

Tabla 2. Composición de los residuos sólidos domiciliarios 22

Tabla 3. Composición de los residuos sólidos no domiciliarios 23

Tabla 4. Generación de Residuos Sólidos Municipales según tipología IPCC 24

Tabla 5. Composición de los Residuos Sólidos Municipales 24

Tabla 6. Densidades Promedio de Residuos Sólidos a nivel Internacional 26

Tabla 7. Proyección de la generación de RSM Relleno Sanitario de Chancay 28

Tabla 8. Volumen de residuos en el botadero "Cerro Las Tres Tetas" 28

Tabla 9. Generación - Emisión de Biogás 33

Tabla 10. Caracterización del lixiviado de botadero 36

Tabla 11. Comparación de algunas características típicas de los lixiviados. 37

Tabla 12. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2019) 40

Tabla 13. Coeficientes de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce 44

Tabla 14. Cálculo de Escorrentía superficial 44

Tabla 15. Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás 45

Tabla 16. Producción de lixiviados en el botadero 47

Tabla 17. valores de ángulo de rozamiento entre capas 52

Tabla 18. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario 53

Tabla 19. Parámetros geotécnicos 55

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del Botadero "Cerro Las Tres Tetas" 6

Figura 2. Plano georreferenciado del botadero 7

Figura 3. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Cerro Las Tres Tetas 8

Figura 4. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Cero Las Tres Tetas 9

Figura 5. Reconstrucción 3D de la celda de residuos 10

Figura 6. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D 12

Figura 7. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D (II) 13

Figura 8. Entorno de trabajo Rhinoceros 3D 13

Figura 9. Diseño de ingeniería 15

Figura 10. Fases de producción de LFG. 17

Figura 11. Levantamiento topográfico botadero Cerro Las Tres Tetas 27

Figura 12. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Cerro Las Tres Tetas 29

Figura 13. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Cerro Las Tres Tetas 30

Figura 14. Reconstrucción 3D de la celda de residuos 31

Figura 15. Generación – Emisión de Biogás 32

Figura 16. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous 39

Figura 17. Ubicación de los pozos de lixiviado 48

Figura 18. Pozo de extracción del lixiviado 49

Figura 19. Sección Crítica – Cálculo de estabilidad Slide 6.0 55

Figura 20. Resultados Simulación Modelo Jambu Corrected 56

Figura 21. Resultados Simulación Modelo Spencer 56

Figura 22. Resultados Simulación Modelo Morgenstern-Price 57

Figura 23. Equilibrio en talud paralelo indefinido 59

Figura 24. Equilibrio en talud paralelo definido 60

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presentan las Memorias de Cálculo empleadas para el diseño de la clausura y recuperación ambiental del botadero "Cerro Las Tres Tetas". Dicho proyecto se enmarca dentro del Programa de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en las ciudades de Andahuaylas, Bagua, Huamanga, Oxapampa, Chancay, Pozuzo, San Juan Bautista, Yauyos, Abancay, Aymaraes, Huaura, Tarma y Chincha, desarrollado por el MINAN con financiación del BID.

2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente documento son describir la metodología y reportar los resultados de los cálculos desarrollados para diseñar las medidas y obras de clausura del botadero "Cerro Las Tres Tetas".

- Morfología del botadero
- Diseño de la capa de clausura
- Estudio de Estabilidad

3 LOCALIZACIÓN DEL BOTADERO

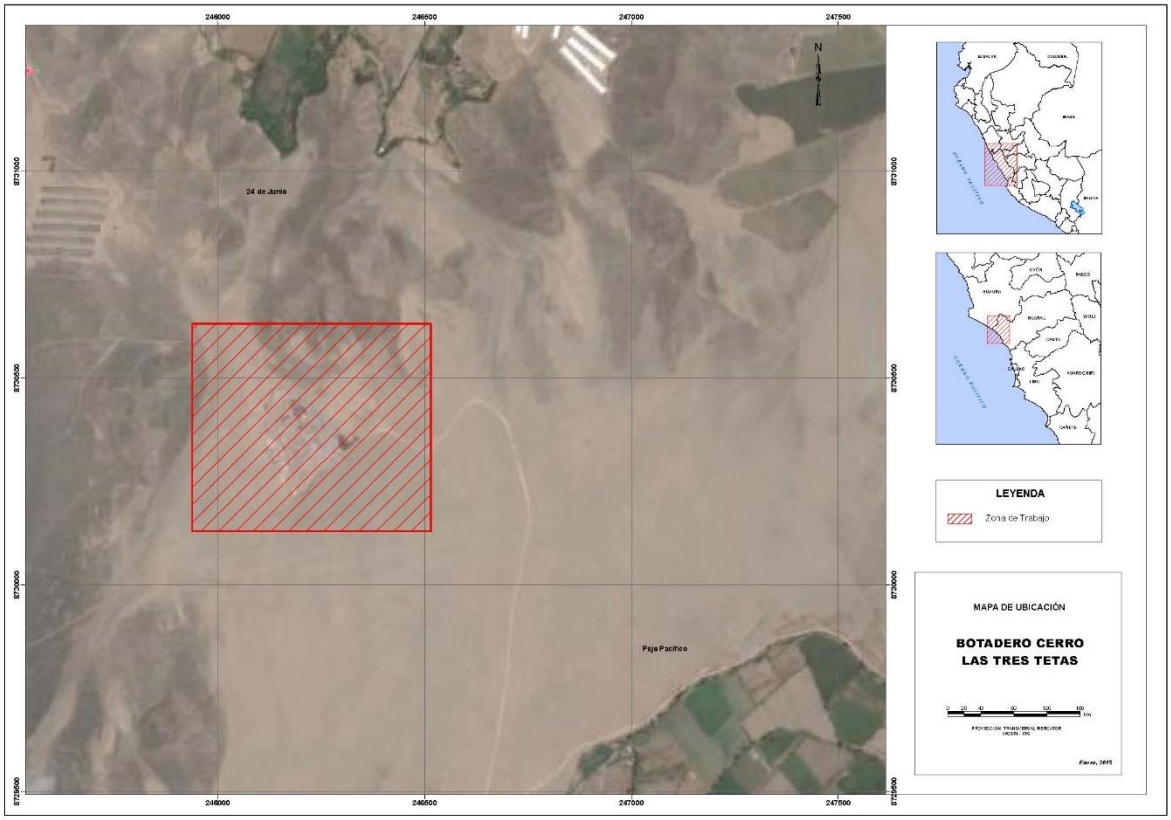
El presente proyecto de recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos se ubica en la zona conocida como Punta Gritalobos. En dicha zona se encuentra el botadero actual de residuos sólidos del Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Región de Lima, conocido como "Cerro Las Tres Tetas".

El acceso al botadero se realiza desde el kilómetro 93 de la carretera Panamericana. A esta altura al lado izquierdo de la vía existe un desvió de ingreso al CCPP 4 de Junio, continuando por este comino afirmado que bordea la zona arqueológica Chancayllo hasta llegar a una tranquera que controla el ingreso al terreno. La Municipalidad Chancay ha mejorado el camino de acceso al botadero realizando actividades de mejoramiento apertura, y vertimiento de afirmado.

El proyecto se ubica a una altitud promedio de 130 m.s.n.m., en las siguientes coordenadas UTM, Datum WGS84, 246204.87 m Este; 8730337.91 Norte.

La imagen a continuación muestran la localización del proyecto.

Figura 1. Localización del Botadero "Cerro Las Tres Tetas"



Fuente: Google Earth - Equipo de Formulación, 2015

4 PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO

El sellado y restauración de botaderos consiste en la disposición de una combinación de capas que minimizan la exposición de la masa de vertido a los agentes atmosféricos, evitando de este modo la emisión incontrolada de gases y la producción de lixiviados, al tiempo que se proporciona una superficie apta para la revegetación del emplazamiento, integrándolo paisajísticamente en su entorno.

La clausura y restauración del área degradada por residuos sólidos Cerro Las Tres Tetas ha sido diseñado bajo los siguientes principios básicos que conduzcan a cumplir con los objetivos descritos anteriormente:

- El diseño y geometría final del botadero contará con una geometría que permita una estabilidad geotécnica en su etapa de clausura y post clausura, con riesgo mínimo de inestabilidad del terreno o deslizamiento de los residuos.
- El diseño de la clausura del botadero contará con una capa de sellado que garantice la impermeabilización de la masa de residuos, minimizando de esta forma el contacto con el residuo del agua de lluvia infiltrada en la capa de cobertura.

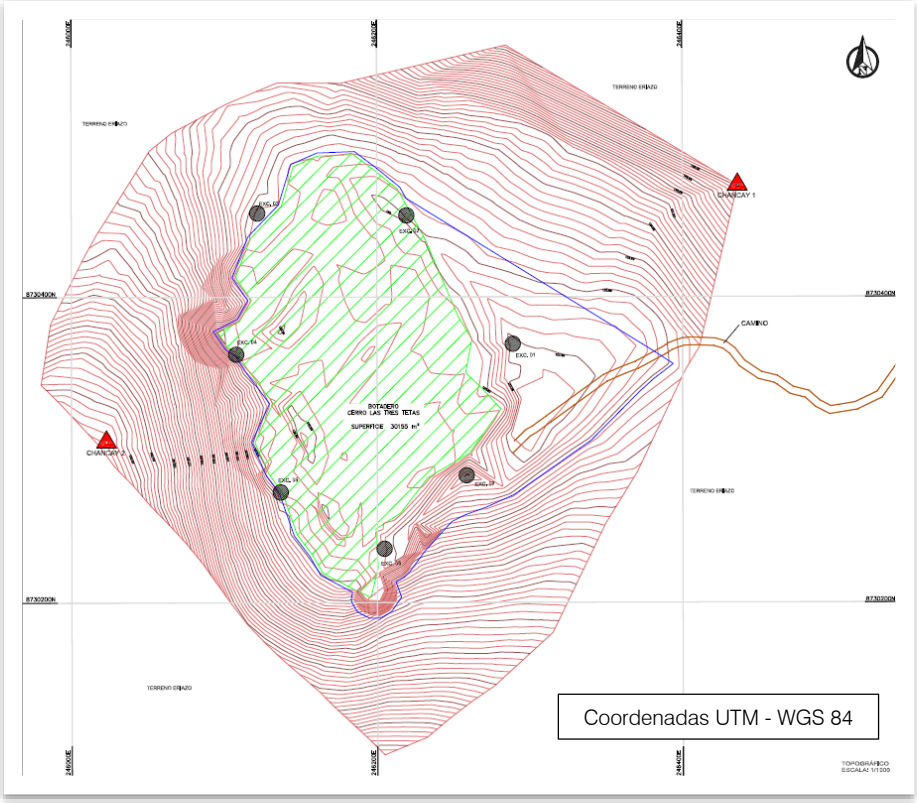
- El botadero contará con un sistema de drenaje y captación de lixiviados de tal forma que se evite su acumulación y se minimice la filtración hacia el exterior.

5 MORFOLOGÍA DEL BOTADERO

5.1 Estado actual

En la figura a continuación se presentan las características topográficas del predio del proyecto.

Figura 2. Plano georreferenciado del botadero



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Cerro Las Tres Tetas (Chancay). 2015.

De acuerdo al levantamiento topográfico realizado se determinó que la superficie afectada por la disposición inadecuada de residuos sólidos (medida en planta) es de 49,813 m^2. Dicha área se corresponde al área ocupada por el botadero y por las zonas aledañas afectadas por la disposición incontrolada de residuos. La superficie considerada se incluye dentro de la superficie en posesión de la municipalidad de Chancay de acuerdo al Certificado de Posesión recogido en el Anexo 3 del presente proyecto.

En la actualidad, en el botadero se pueden encontrar dos áreas de intervención:

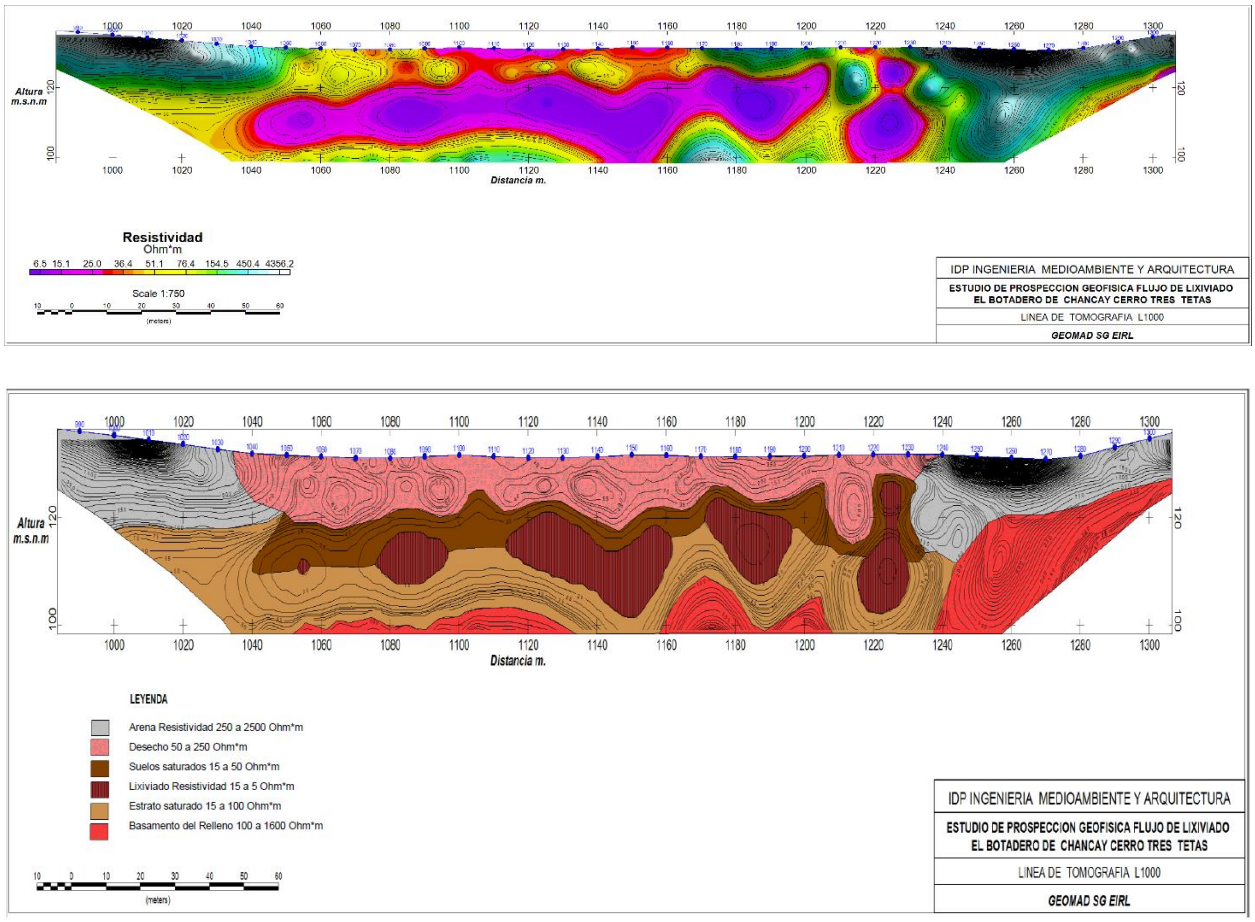
- Área del botadero.
- Área colindante afectada por la disposición incontrolada de residuos

Volumen actual de residuos

La interpretación de la morfología actual del residuo se ha realizado a partir de las curvas de nivel y las secciones 2D de tomografía eléctrica realizadas en el botadero.

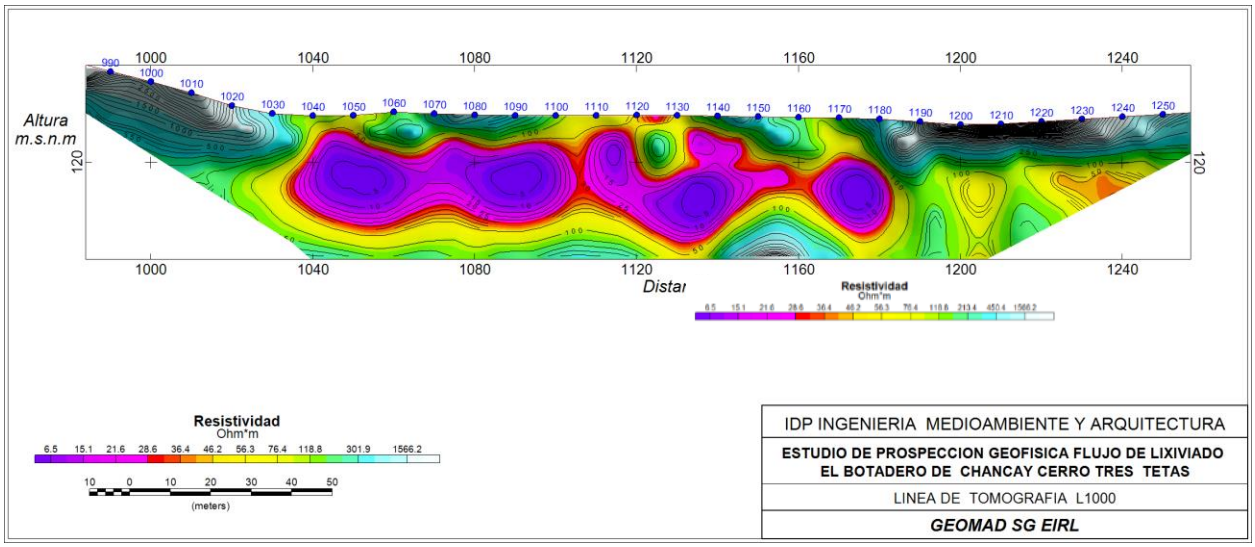
Las imágenes a continuación muestran el proceso seguido hasta obtener la volumetría final de los residuos. El volumen total de residuo es de 172,217 m³.

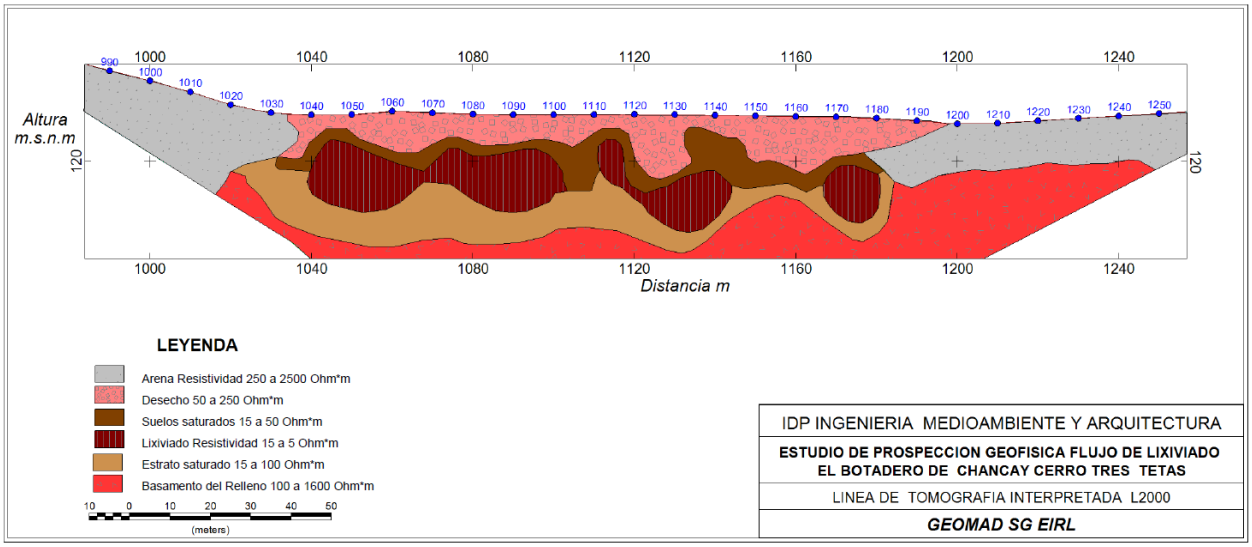
Figura 3. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Cerro Las Tres Tetas



Fuente: Estudio de prospección en el botadero Chancay Cerro Tres Tetas. 2015.

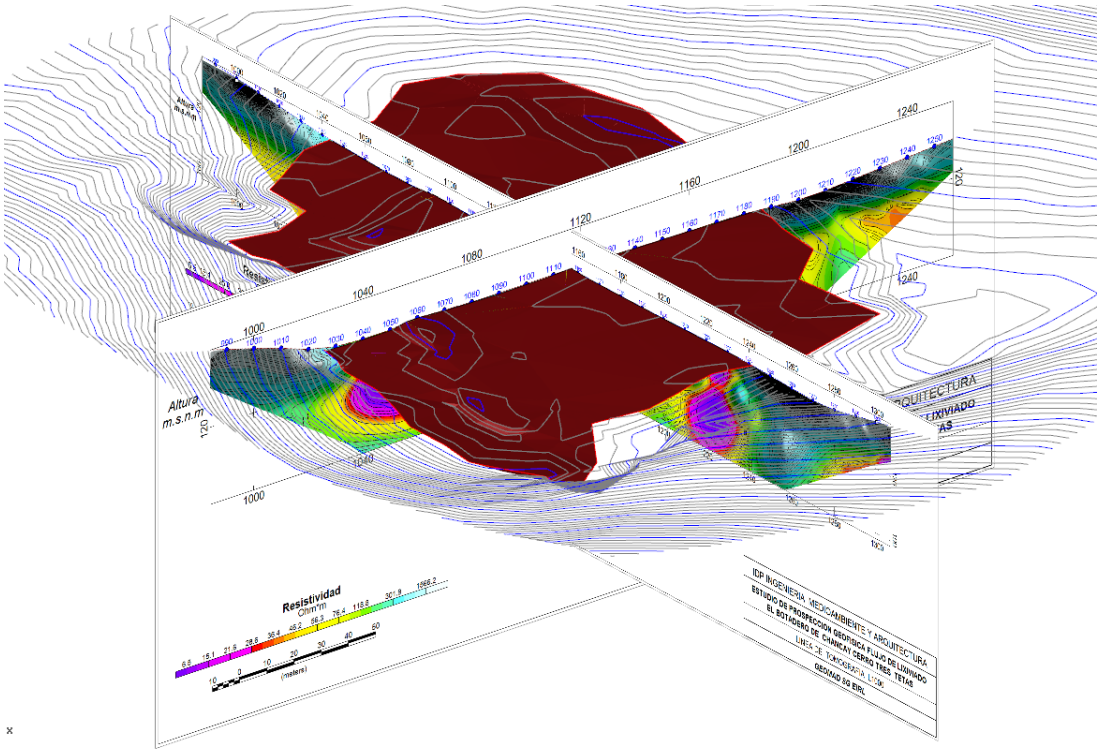
Figura 4. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Cero Las Tres Tetas

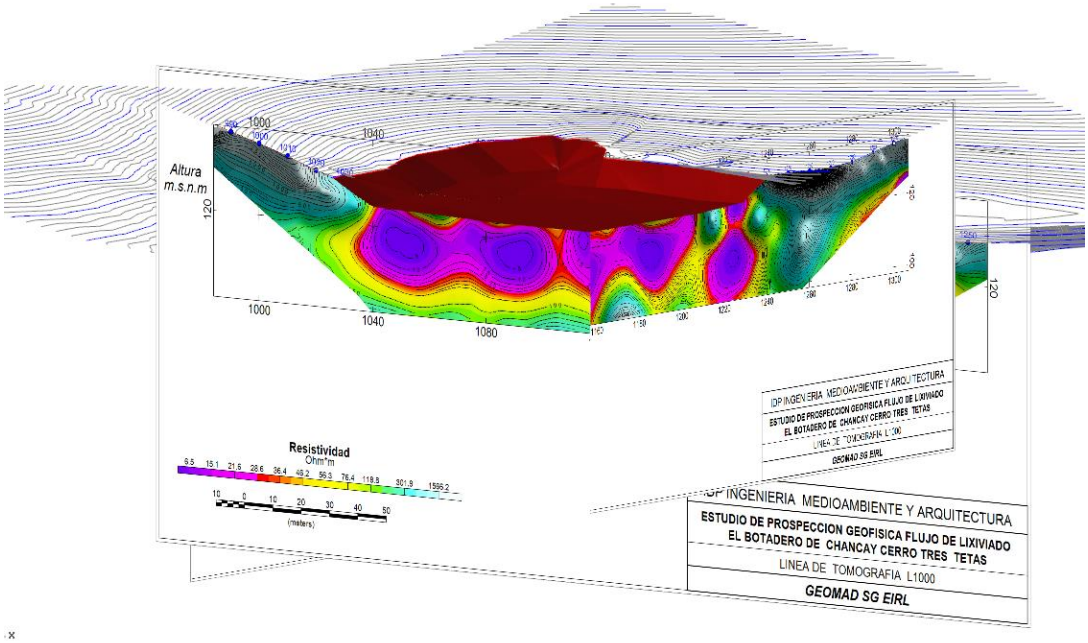




Fuente: Estudio de prospección geofísica en el botadero Chancay Cerro Tres Tetas. 2015.

Figura 5. Reconstrucción 3D de la celda de residuos





Fuente: Equipo de formulación, 2015

5.2 Morfología final del área degradada

La morfología final del botadero una vez clausurado viene determina, en primer lugar, por la morfología final del residuo al final de la fase de operación y previa a la clausura. Además de por la morfología final de los residuos, la morfología final del botadero viene determinada por la configuración de las capas de sellado.

5.2.1 Configuración de las capas de sellado

La tipología y espesores de las capas de sellado van a influenciar la morfología final del conjunto del botadero Cerro Las Tres Tetas. El diseño planteado supone un incremento del espesor mínimo de 1 metro, debido a la capa de clausura. A modo introductorio, las capas que componen la clausura son las siguientes (orden descendente):

- Cubierta de suelo tolerable de 0.9 m de espesor.
- Residuos.

Metodología de trabajo

El equipo redactor del Proyecto cuenta con un conjunto de medios informáticos de los cuales destacan los Programas "Autocad Civil 3D" y "Rhinoceros 3D". La combinación de ellos permite la modelización y tratamiento del terreno, desarrollo de todo el proceso de trazado y presentación de resultados.

La metodología empleada para el diseño de la clausura y cálculo detallado de los metrados se describe a continuación.

1. <u>Diseño y modelado en AutoCAD Civil 3D y en Rhinoceros 3D. Cálculo de metrados.</u>

A continuación se realiza una breve descripción de las características del Programa AutoCAD Civil 3D.

AutoDesk CIVIL 3D Desktop una aplicación que ofrece a los Diseñadores, Planificadores, Ingenieros, Topógrafos y Dibujantes, poderosas funcionalidades como el COGO para la creación y administración de puntos topográficos, a creación de mapas, modelamiento de terrenos para cálculo de volúmenes y creación de curvas de nivel, alineamientos para diseño de vías y terrenos.

Está construido teniendo como software base el AutoCAD y el AutoDesk MAP, lo cual proporciona una interfase y administración centralizada de datos para crear un ambiente que promueve el diseño y análisis de datos de manera más rápida y fiable.

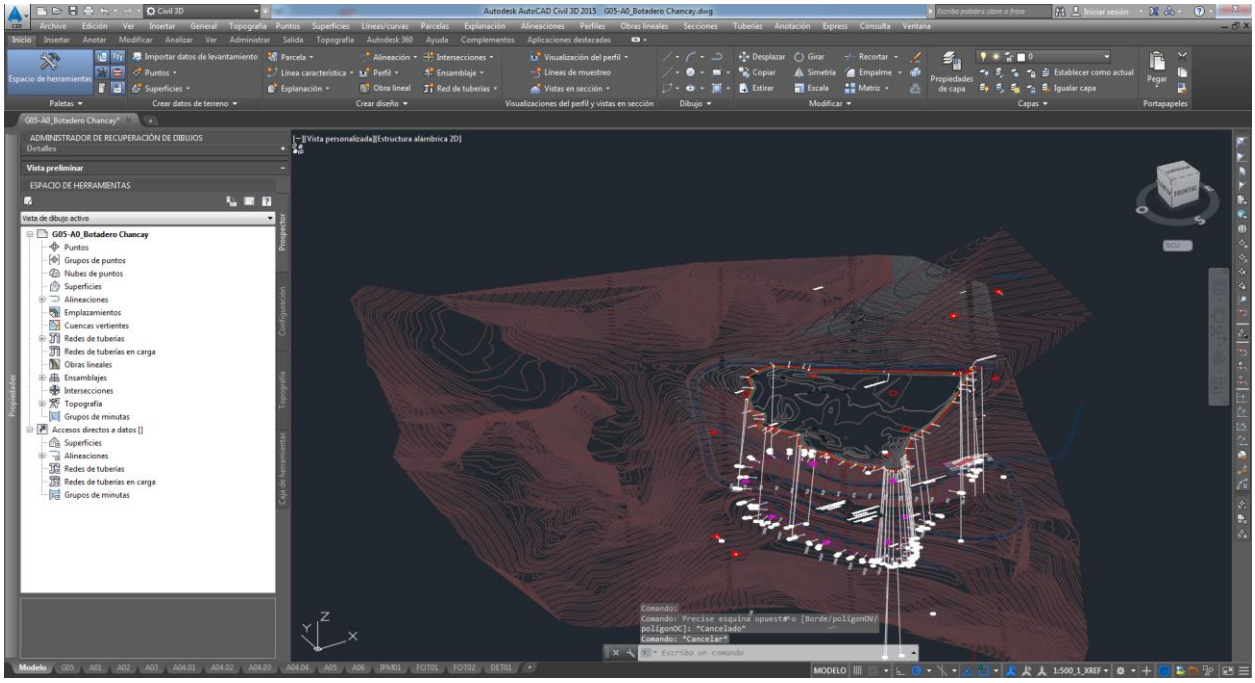
AutoDesk CIVIL 3D Desktop es el eje de la solución de la Ingeniería Civil, la Topografía y el Diseño basado en AutoCAD que permite ahorrar tiempo y dinero a través de la creación de planos de producción con amplia interoperabilidad de datos y nueva administración de hojas de planos.

AutoDesk CIVIL 3D Desktop amplia AutoCAD al ofrecer creación, análisis y dibujo de puntos; modelado de terrenos, parcelas y alineamientos de carreteras, que pueden usarse directamente en los procesos de Diseño Civil y de creación de Mapas Topográficos.

Las herramientas integradas de AutoDesk CIVIL 3D Desktop extiende las funcionalidades de AutoDesk MAP 3D y AutoCAD con características mejoradas de desarrollo de terrenos. Las herramientas ayudan a crear y a etiquetar puntos COGO definir y editar parcelas y alineamientos de carreteras, automatizar procedimientos de dibujo, crear modelos de ternos y calcular volúmenes.

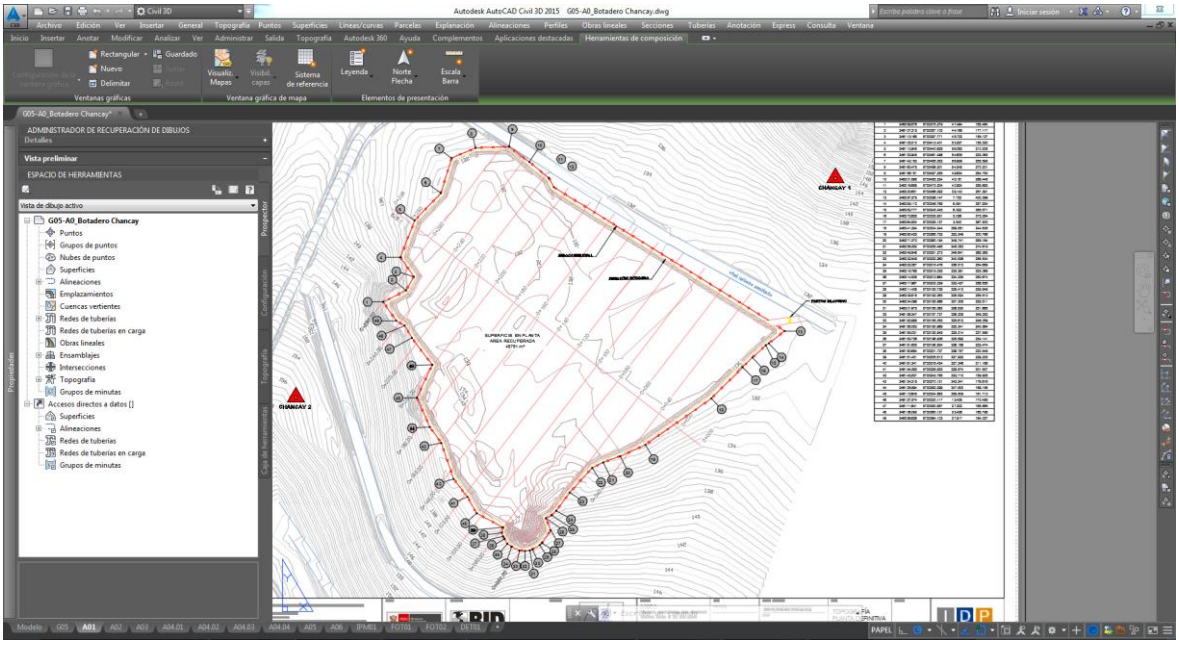
AutoDesk CIVIL 3D Desktop, reduce el riesgo de pérdida de datos y ahorra tiempo al integrar las funciones de Dibujo, Topografía, Planeación e Ingeniería.

Figura 6. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

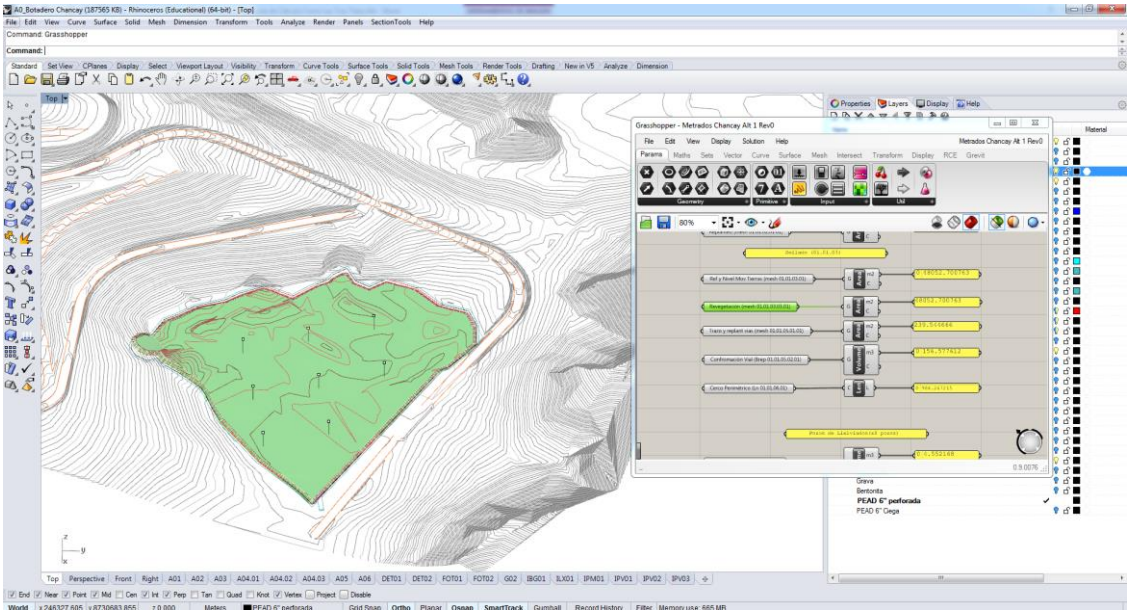
Figura 7. Entorno de trabajo AutoCAD Civil 3D (II)



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Las características funcionales de Autodesk Civil 3D para el diseño y modelado se ven complementadas con el software Rhinoceros 3D, especialmente en lo que se refiere al reporte de metrados distintos a movimientos de tierras, como por ejemplo las superficies destinadas a revegetación.

Figura 8. Entorno de trabajo Rhinoceros 3D



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

2. Generación de planos en Autocad Civil 3D y resumen de metrados.

Los resultados de los metrados son recogidos en un documento que de sustento al documento Excel de cálculo del documento del proyecto. Los metrados se muestran en cuatro posibles unidades según el tipo de partida (ud, m, m^2 o m^3).

Los movimiento de tierras se llevan a cabo fundamentalmente mediante acciones mecánicas sobre los terrenos. Estas acciones originan un cambio de volumen aparente en los materiales. Dicho cambio de volumen se ha de tener en cuenta a efectos de cálculo de presupuestos. En el caso de los metrados de movimientos de tierras obtenidos a través de la metodología descrita, los resultados han sido medido a nivel perfil, por lo que dicho cambio de volumen no se tiene en consideración.

En el Excel de proyecto, se ha aplicado un factor de esponjamiento (Fw) a cada una de las partidas según el tipo de material[1,2].

$$F_w = \frac{Volumen\ en\ Banco}{Volumen\ Suelto}$$

Tabla 1. Factor de Esponjamiento según tipo de material

MATERIAL	dL (t/m3)	dB (t/m3)	Sw (%)	Fw
Caliza	1.54	2.61	70	0.59
Arcilla	1.66	2.02	22	0.83
	1.48	1.84	25	0.81
	1.66	2.08	25	0.8
Arcilla y grava	1.42	1.66	17	0.86
	1.54	1.84	20	0.84
Roca Alterada	1.96	2.79	43	0.7
	1.72	2.28	33	0.75
	1.57	1.06	25	0.8
Tierra	1.51	1.9	25	0.8
	1.6	2.02	26	0.79
	1.25	1.54	23	0.81
Granito Fragmentado	1.66	2.73	64	0.61
Grava	1.93	2.17	13	0.89
	1.51	1.69	13	0.89
	2.02	2.26	13	0.89
Arena y Arcilla	1.6	2.02	26	0.79
Yeso Fragmentado	1.81	3.17	75	0.57
Arenisca	1.51	2.52	67	0.6
Arena	1.42	1.6	13	0.89
	1.69	1.9	13	0.89
	1.84	2.08	13	0.89

[1] Cherné Tarilonte, J. y González Aguilar, A. Movimiento de Tierras. 2010. Construcciones industriales. 5º ing. Industrial
[2] Díaz del Río, Manuel. Maquinaria de Construcción 2001. Ed. McGrawHill.

Tierra y Grava	1.72	1.93	13	0.89
	2.02	2.23	10	0.91
Tierra Vegetal	0.95	1.37	44	0.69
Basaltos o Diabasas Fragmentadas	1.75	2.61	49	0.67
Nieve	0.13	---	---	
	0.52	---	---	---

dL: Densidad suelta; dB: Densidad Banco; Sw Porcentaje de esponjamiento; Fw: Factor de esponjamiento

Fuente: Cherné Tarilonte, J. y Gonzáliz Aguilar, A.Movimiento de Tierras. 2010. Construcciónes incdustriales. 5º ing. Industrial

5.3 Diseño de ingeniería

5.3.1 Modelado del terreno, movimiento de tierras.

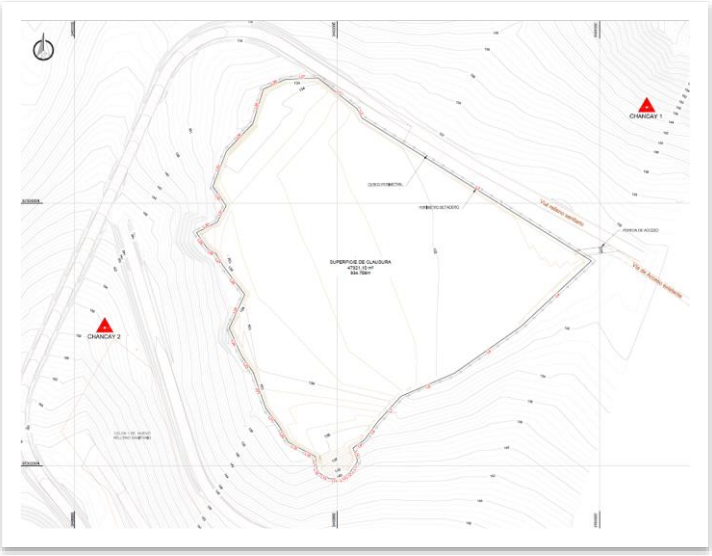
De acuerdo al modelado de la superficie del botadero, la configuración final del botadero comprende solo movimientos de tierras relacionados con la regularización y perfilado de los taludes perimetrales.

- 48,053 m^2

5.3.2 Diseño de ingeniería

En la figura a continuación se presenta la distribución general de las obras e infraestructura que conforman la clausura y restauración ambiental del sitio de proyecto, donde se proyecta principalmente la construcción de un vial de acceso y cerco perimetral. También se muestra el proyecto de integración paisajística mediante revegetación y plantación de especies autóctonas.

Figura 9. Diseño de ingeniería



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

6 CAPA DE SELLADO

6.1 Dimensionado de la capa de cobertura

El diseño de la capa de sellado del botadero "Cerro Las Tres Tetas" incluye la construcción de una "cobertura de suelo de evaporación", una capa de clausura formada por tierras de la zona de 90 cm de espesor.

El sellado mediante este tipo cubierta se fundamenta en la limitación de la migración descendente de agua al capturar y desviar el agua para su uso por la vegetación de la superficie. En zonas extremadamente áridas como en la que se encuentra el botadero "Cerro Las Tres Tetas", no es totalmente viable garantizar el establecimiento de una covertura vegetal. Sin embargo, la sola evaporación directa garantiza la no migración descendente del agua. Esta capa de suelo de 90 cm espesor se compone de una capa de 75 cm espesor construida en capas compactadas de 15 cm de grosor y culminada por otra capa de 15 cm sin compactar[3].

Igualmente, un grosor de 90 cm cumple con las exigencias mínimas de grosor (50 cm) especificadas en el manual de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado (MINAM).

7 GESTIÓN Y MANEJO DEL BIOGÁS

7.1 Introducción

A medida que se sucede el proceso de llenado de un botadero, ocurre la degradación de anaeróbica de los residuos. Esta degradación dará lugar a la producción de biogás de vertedero con un contenido en metano superior al 50%. El metano está considerado como un importante gas de efecto invernadero, por lo tanto, los rellenos sanitarios modernos están equipados con las instalaciones, ya sea para la quema de biogás o para su valorización.

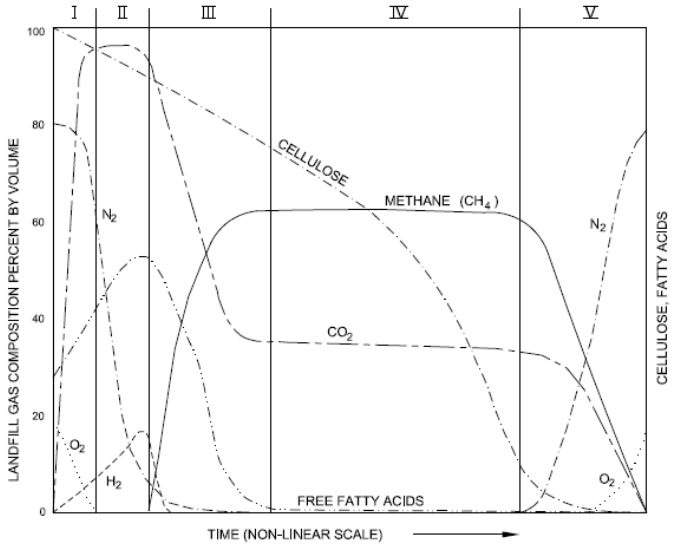
El biogás se genera como resultado de procesos físicos, químicos, y los microbianos que ocurren dentro de los residuos. Debido a la naturaleza orgánica de la mayoría de los residuos, los procesos microbianos gobiernan el proceso de generación de biogás (Christensen, 1989). Estos procesos son sensibles a su entorno; por lo tanto, un número de condiciones naturales y artificiales afectará a la población microbiana y por lo tanto la tasa de generación de biogás. Los estudios a corto plazo realizados en los vertederos de tamaño completo con datos de pruebas de extracción de biogás indican un rango de generación de biogás entre 0,05 y 0,40 m3 de biogás por kilogramo de residuos

[3] Alternative Landfill Cover. Innovative Technology Summary Report, 2000 (http://energy.gov/em/office-environmental-management)

colocados en un vertedero (Ham, 1989). La masa de residuos representa para ambos materiales sólidos (de 75 a 80 por ciento en masa) y humedad (20 a 25 por ciento en masa). Este intervalo es una función del contenido orgánico de los residuos que se colocan en el vertedero.

Es importante tener en cuenta que la generación de biogás se produce en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), y por lo tanto las condiciones naturales o artificiales en que se mueve el proceso anaeróbico afectarán a la generación de biogás. También es importante tener en cuenta que la generación de biogás no es instantánea; cualquier cantidad de residuos que se lleva a un vertedero se someterá a una serie de procesos que han sido caracterizados por Farquhar y Rovers (1973), como se muestra en la figura siguiente. De acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 1993), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4. Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años

Figura 10. Fases de producción de LFG.



PHASES	CONDITION	TIME FRAME - TYPICAL
I	AEROBIC	HOURS TO WEEKS
II	ANOXIC	1 TO 6 MONTHS
III	ANAEROBIC, METHANOGENIC, UNSTEADY	3 MONTHS TO 3 YEARS
IV	ANAEROBIC, METHANOGENIC, STEADY	8 TO 40 YEARS
V	ANAEROBIC, METHANOGENIC, DECLINING	1 TO 40+ YEARS
TOTAL		10 TO 80+ YEARS

Fuente: Farquhar and Rovers (1973), modificado por Augenstein y Pacey (1991)

Existen numerosos modelos que predicen la generación de biogás en un botadero. Una introducción a los modelos de generación de biogás (landfill gas, LFG) requiere una comprensión de las diferentes vías de generación de biogás en el botadero y cómo se han utilizado los modelos para estimar dicha generación de biogás y su distribución. Un informe completo del volumen de biogás generado requiere la identificación de los siguientes términos:

$$\begin{aligned} LFG\ generado\ &=\ LFG\ extraído\ +\ LFG\ no\ extraído\ emitido\ a\ través\ de\ la\ cubierta \\ &+\ Metano\ oxidado\ a\ través\ de\ la\ cubierta\ +\ Migración\ lateral \\ &+\ Cambios\ en\ el\ almacenamiento\ del\ LFG \end{aligned}$$

El LFG extraído es el único término que se puede medir con precisión. Los otros términos son generalmente desconocidos. Por lo tanto, los modelos de generación de biogás no pueden ser completamente validados con datos de la colección de medición de biogás debido a que los parámetros no medidos introducen posibles errores en los cálculos.

En los casos en los que se plantea el cálculo de generación de biogás en botaderos a cielo abierto, en los que las condiciones de manejo no son conocidas, los errores debido a los parámetros no medidos son aún mayores que en los rellenos sanitarios.

7.2 Metodología

Los modelos de generación de biogás son el método más común utilizado para estimar la generación de biogás. Existen numerosos modelos desarrollados por diferentes investigadores y empresas, los cuales predicen la generación de biogás a través del tiempo a partir de los residuos vertidos.

Estos modelos se utilizan normalmente para:

- Dimensionar la red de extracción, distribución y valoración de biogás
- Estimar las emisiones de gas invernadero y la reducción potencial de emisiones

El modelo utilizado para estimar la generación de biogás en el botadero "Cerro Las Tres Tetas" es el desarrollado por el IPCC - 2006. En este modelo, la cantidad de metano generado por la eliminación de residuos en el botadero se calcula sobre la base de un modelo de descomposición de primer orden ("first order decay model" - FOD). La generación de metano en el botadero se describe como una función del tiempo de acuerdo con un proceso de descomposición de primer orden, en el que se distinguen fracciones orgánicas de degradación rápida, moderada y lenta.

El modelo distingue entre los diferentes tipos de residuos (j) con tasas respectivas constantes de decaimiento (kJ) y fracciones de carbono orgánico degradable (DOCj). El modelo calcula la generación de metano que se produce en el año 'y' (un período de 12 meses consecutivos) o el mes 'm' en base a los flujos de residuos de los tipos de residuos j (Wj, x o Wj, i) dispuesto en el botadero durante un período de tiempo especificado (año o meses).

El método FOD tiene en cuenta los factores de tiempo de los procesos de degradación, y genera estimaciones de emisiones anuales que reflejan este proceso, que pueden tardar años, incluso décadas.

La cantidad de metano generado por la eliminación de residuos en el botadero se calcula para el año y (BECH4,SWDS,y) utilizando la siguiente ecuación:

$$BECH4, SWDS, y = \varphi * (1 - f) * GWPCH4 * (1 - OX) * 16/12 * F * DOCf * MCF * \sum x = 1, y \sum j\ Wj, x * DOCj * e - kj * (y - x) * (1 - e - kj)$$

Dónde:

- BECH4,SWDS,y = Las emisiones de línea de base, proyecto o fugas de metano que se producen en el año "y", generado a partir de la eliminación de residuos en el botadero durante un período de tiempo que termina en el año y (tCO2e/año).
- x = Años en el período de tiempo en el que se eliminan los residuos en los botaderos, que se extiende desde el primer año en el período de tiempo (x = 1) hasta el año y (x = y).
- y = Año del período de crédito para el cual se calculan las emisiones de metano (y es un período consecutivo de 12 meses).
- DOCf, y = Fracción de carbono orgánico degradable (DOC) que se descompone en las condiciones específicas que se producen en los rellenos sanitarios para el año 'y' (fracción de peso).
- Wj,x = Cantidad de residuos sólidos de tipo j dispuestos en el botadero en el año 'x' (t)
- ϕy = Factor de corrección del modelo para tener en cuenta las incertidumbres del modelo para el año y.
- fy = Fracción de metano capturado en el SWDS y quemado, quemado o utilizado de otra forma que se eviten las emisiones de metano a la atmósfera en el año y.
- GWPCH4 = Potencial de calentamiento global del metano (Global Warming Potential).
- OX = Factor de oxidación (que refleja la cantidad de metano en el botadero que se oxida en el suelo u otro material que cubre los residuos).
- F = Fracción de metano en el gas de RSU (fracción de volumen).
- MCFy = Factor de corrección del metano para el año y.
- DOCj = Fracción de carbono orgánico degradable en los residuos tipo j (fracción de peso).
- kj = tasa de degradación de los residuos tipo j (1 / año).
- j = Tipo de residuos en los RSU

La fuente metodológica utilizada puede ser consultada en la web de la IPCC, Methodological tool "Emissions from solid waste disposal sites" (versión 06.0.1)[4].

No es posible determinar la proporción de residuos degradados aeróbica o anaeróbicamente en el botadero, por lo que para realizar estimaciones en la generación de biogás es necesario imponer algunos criterios que ayuden a simular condiciones similares a las que se presentan, tales como tiempos prolongados de exposición a condiciones aeróbicas o la eficiencia del sistema de extracción (venteo pasivo). Los cálculos de generación de biogás se han realizado tomando en cuenta las siguientes consideraciones en la metodología. Dichas consideraciones se han llevado a cabo en base a la literatura científica disponible (Hudgins y Harper (1999); Rendra (2007)) y a la experiencia previa del consultor[5].

- La eficiencia en la generación de base es del 100%. Para una situación real, teniendo en cuenta que el sistema de evacuación es por venteo pasivo, el biogás emitido a la atmosfera se asume el 50 % del generado. En sistemas de extracción activa (con soplantes, propios de rellenos sanitarios), la eficiencia es aproximadamente del 70 % (recomendada según la metodología propuesta).
- El factor de oxidación asumido para residuo no cubierto es de OX=0.9 (se potencia la degradación anaeróbica). En los caso en los que existen cubriciones, el factor de oxidación es OX = 0.1.

En el caso del botadero Cerro Las Tres Tetas, se ha tenido en cuenta un factor de oxidación de 0.9.

La elección de la metodología se sustenta en la necesidad de utilizar un modelo que permita introducir condicionantes y limitaciones a la generación de biogás, tales como la exposición a degradación anaeróbica de los residuos durante el tiempo en el que el residuo no está cubierto. Además, en el caso particular de Perú no existe ningún modelo aprobado a nivel estatal para la estimación del biogás generado. Otra de las razonas que han llevado al uso de esta metodología es que es la misma que se utiliza para desarrollar los proyectos bajo el mecanismo de desarrollo limpio, y por tanto la propuesta por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de Naciones Unidas.

7.3 Parámetros de Cálculo

7.3.1 Caracterización de los residuos

La caracterización del residuo en el botadero no es necesaria debido a que el residuo se encuentra degradado y no es identificable. De realizarse un muestreo para la caracterización esta acción no

[4] (https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-04-v6.0.1.pdf).
[5] Clausura, desgasificación y saneamiento de relleno sanitario Bordo Poniente Fase IV. México DF. Proyecto de clausura y restauración ambiental del depósito controlado de Coll Cardús Fase 1(España)

garantiza la representación de la totalidad de los residuos dispuestos en el botadero debido a que no se ha llevado un registro y control de los mismos.

Para este caso específico se ha hecho uso de la información y documentación de estudios previos realizados; tales como:

- PIP "Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, Distrito de Chancay –Huaral- Lima (2012)"
- Estudio de Caracterización de RR.SS. del área urbana del distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima (2012).
- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos No Domiciliarios y Mercado. Municipalidad Distrital de Chancay (2014)..
- Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado "Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos e Inorgánicos para el Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima" (2014).

A raíz de las visitas de campo y las entrevistas mantenidas con los responsables municipales previas al desarrollo del presente proyecto de inversión pública se determinaron que los residuos depositados en el botadero Cerro Las Tres Tetas desde su apertura en el año 2007 son de origen municipal, tanto domiciliario como no domiciliario (comercios, instituciones etc). Los residuos de origen hospitalarios son gestionados por los centros sanitarios y en ningún caso depositados en el botadero.

a) Generación de residuos sólido municipales

El estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en la municipalidad distrital de Chancay, junto con el estudio de proyección de generación de residuos y población, ha permitido determinar la generación per cápita (GPC) para este ámbito de estudio, siendo la generación per cápita promedio de residuos sólidos municipales 0.569 kg./hab./día, para el 2015.

De acuerdo a los estudios de proyección de generación de residuos, para el año 2015 (63,502 hab.), la generación total estimada de residuos sólidos domiciliarios es de 29.46 Ton/día, mientras que la generación de residuos sólidos no domiciliarios es de 6.67 Ton/día, lo que hace un total de residuos sólidos municipales de 36.11 Ton/ día, representando los residuos sólidos domiciliarios el 81.5% del total de residuos generados.

Los datos de proyección de generación de residuos sólidos reportados en el documento de Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado "Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos e Inorgánicos para el Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima" indican un incremento anual medio de generación de RSM del 3.9%.

Tabla 2. Proyección de generación de RSM

	Año	Población Total	Gpc Domiciliaria	Rsd	Rsnd	Rsm	Gpc Municipal	Rsm
		Hab	Kg/Hab/Día	T/Día	T /Día	T /Día	Kg/Hab/Día	T/Año
0	2014	61,622	0.459	28.28	6.47	34.75	0.564	12,685
1	2015	63,502	0.464	29.46	6.67	36.11	0.569	13,179
2	2016	65,439	0.468	30.63	6.87	37.51	0.573	13,692
3	2017	67,436	0.473	31.9	7.08	38.97	0.578	14,225
4	2018	69,493	0.478	33.22	7.3	40.49	0.583	14,778
5	2019	71,613	0.482	34.52	7.52	42.07	0.587	15,354
6	2020	73,798	0.487	35.94	7.75	43.71	0.592	15,952
7	2021	76,049	0.492	37.42	7.98	45.41	0.597	16,574
8	2022	78,370	0.497	38.95	8.23	47.18	0.602	17,221
9	2023	80,760	0.502	40.54	8.48	49.02	0.607	17,893
10	2024	83,224	0.507	42.19	8.74	50.93	0.612	18,591
						Media		15,468

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Semi-detallado "Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos e Inorgánicos para el Distrito de Chancay, Provincia de Huaral, Departamento de Lima" 2014.

b) Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

En la siguiente tabla se presenta la información desglosada de la composición de los residuos sólidos domiciliarios para la zona de estudio en caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Chancay.

Tabla 3. Composición de los residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo solido	%
Papel (papel blanco, papel periódico y papel archivo)	2.36
Cartón	3.50
Vidrio	1.59
Hojalata (Metal Ferroso)	1.06
Aluminio (Envolturas)	0.31
PET (1)	1.49
PEAD (2)	2.19
PVC (3)	0.28
PEBD (4)	2.67
PP (5)	0.85

PS (6)	0.63
Materia Orgánica	59.13
Materia inerte (tierra y maleza)	10.23
Telas	1.32
Pañales	8.9
Papel Higiénico	2.83
Toallas Higiénicas	0.12
Productos Farmacéuticos	0.09
Pilas y baterías	0.02
Fluorescente y focos	0.08
Otros (Cuero, Ceniza, Porcelana, Teknopor)	0.35

Fuente: Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios de Chancay. ECRS 2012.

c) Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La tabla a contincuación presenta la información desglosada de la composición de los residuos sólidos no domiciliarios en la municipalidad Distrital de Chancay.

Tabla 4. Composición de los residuos sólidos no domiciliarios

Tipo de residuo solido	%
Residuos alimenticios	38.15
Huesos	3.24
Madera	0.20
Papel	3.45
Cartón	22.73
Vidrio	3.60
Plástico	10.14
Tetra pack	0.56
Metales	1.52
bolsas plásticas	7.47
Envolturas de golosinas, plástico metalizado	0.24
Telas	0.34
Papel higiénico	0.54
Pañal	2.38
Jebe	0.07
Pilas	0.14

Losa	0.07
Tierra, material inerte	3.06
Tecnopor	0.69
Residuos de focos	0.34
Cabellos	0.68
Residuos de medicinas	0.34
Residuos punzo cortantes	0.07

Fuente: Equipo de Formulación, 2015. Adaptado ECRS No domiciliarios.[6]

d) Composición física de los residuos sólidos municipales (domiciliarios + no domiciliarios)

El objetivo último de la caracterización de los residuos es llevar a cabo una estimación de la generación de biogás en el botadero. Se acordó que el modelo a utilizar para la estimación, es el indicado por el IPPC - Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas. Para la estimación de la generación se tomó en cuenta los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, agrupados en residuos sólidos municipales.

Tabla 5. Generación de Residuos Sólidos Municipales según tipología IPCC

	Residuos Sólidos Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos No Domiciliarios (t/día)	Residuos Sólidos Municipales (t/día)
Papel; cartón etc	2.60	0.22	2.81
Textil	0.39	0.02	0.41
Madera y productos de la madera	2.11	0.01	2.12
Residuos de jardín etc	0.90	0.20	1.11
Restos de comida, cocina, etc	20.04	2.54	22.59
Cristal, plástico, goma,cerámica etc	3.42	3.67	7.09
Total	29.46	6.67	36.13

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En función de los datos de la tabla anterior, se obtienen las proporciones en el botadero según tipología de residuo.

Tabla 6. Composición de los Residuos Sólidos Municipales

	Residuos Sólidos Municipales (%)

[6] Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos No Domiciliarios y Mercado. Municipalidad Distrital de Chancay (2014)

	Residuos Sólidos Municipales (%)
Papel; cartón etc	7.8%
Textil	1.1%
Madera y productos de la madera	5.9%
Residuos de jardín etc	3.1%
Restos de comida, cocina, etc	62.5%
Cristal, plástico, goma, cerámica etc	19.6%
Total	100%

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

e) Humedad de los residuos municipales

En documento de "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos No domiciliario y Mercado. Municipalidad distrital de Chancay (2014)" se recogen los contenidos de humedad tanto de los residuos que llegan al botadero (61%) como de los residuos no domiciliarios provenientes de mercado (58%). A efectos de diseño, se emplea una humedad de los Residuos Sólidos Municipales del 60.4%, teniendo en consideración que los residuos sólidos domiciliarios representan el 80 % del total de los residuos y los no domiciliarios el 20 %.

f) Densidad de los residuos municipales

De acuerdo con los resultados de los distintos estudios de caracterización de los residuos, se han reportado los siguientes resultados de densidad de los residuos, según su origen

- Densidad Residuos Sólidos domiciliarios sin compactar: 163.11 kg/m3
- Densidad Residuos Sólidos no domiciliarios sin compactar: 350.70 kg/m3
- Densidad Residuos Sólidos no domiciliarios compactados: 477.51 kg/m3

Sin embargo estos valores no tiene en cuenta las densidad combinada de residuos domiciliarios + no domiciliarios.

Las densidades que presentan los residuos dispuestos en el botadero pueden variar mucho de unas muestras a otras debido a compactación durante el transporte, nivel de humedad la variación de la densidad en el tiempo. A nivel internacional existen ratios de algunas densidades promedio para

residuos sólidos, la densidad se altera a medida que se avanzan las etapas de su manejo como se muestra en el cuadro a continuación:

Tabla 7. Densidades Promedio de Residuos Sólidos a nivel Internacional

Etapa	Densidad (kg/m3)
Residuos Sólidos sueltos en recipientes	200
Residuos Sólidos compactados en camiones compactadores	500
Residuos Sólidos sueltos descargados en los rellenos	400
Residuos Sólidos recién rellenados	600
Residuos Sólidos estabilizados en los rellenos (2 años después del rellenamiento)	900

Fuente: Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, Dr. Kunitoshi Sakurai, CEPIS/OPS-OMS

En el presente documento, la densidad asumida para los residuos dispuestos en el botadero es de 600 kg/m^3 para residuos dispuesto con antigüedad igual o mayor a dos años (donde la columna de residuo es menor a 5 metros y no ha existido ningún tipo de compactación), y 400kg/m^3 para residuos sueltos descargados en el botadero.

Se ha tomado una densidad de 600 kg/m^3 y no de 900 kg/m^3 para los residuos sólidos estabilizados con una antigüedad mayor a 2 años porque la columna de residuo es pequeña (< 10 metros), por lo que el grado de compactación una vez estabilizados será menor que el sugerido en la tabla anterior.

g) Características mecánicas de los residuos

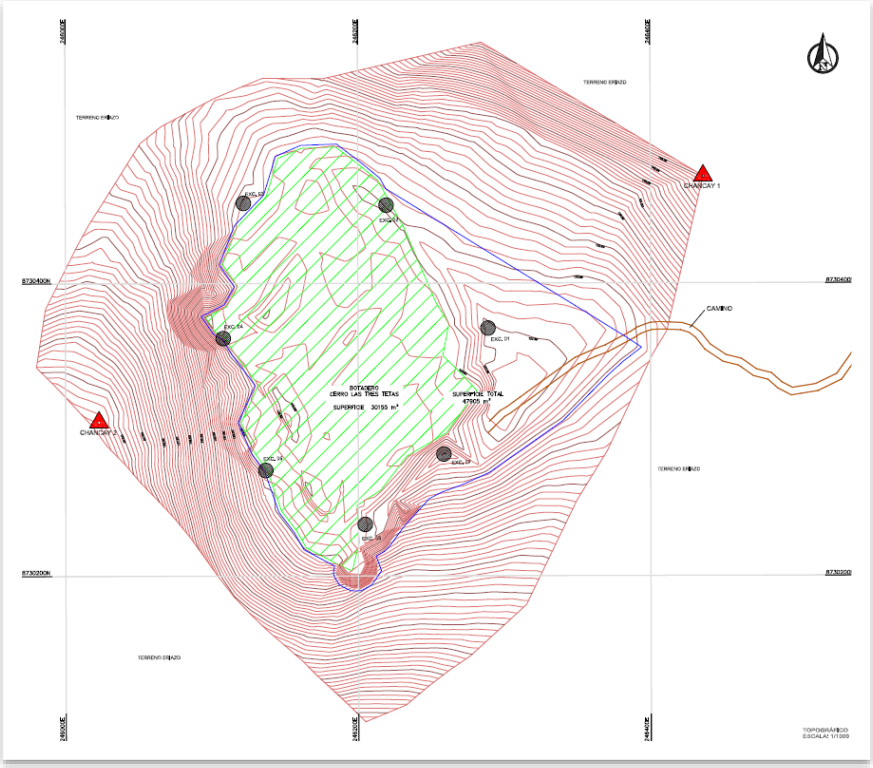
Los estudios de características mecánicas de los residuos no son comunes en la literatura disponible, y son aún más escasos para los casos de sitios de disposición final a nivel latino americano. Por todo ello, los parámetros mecánicos utilizados para la caracterización de los residuos han sido obtenidos a partir de la investigación desarrollada en el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá Colombia en el año 1998-1999. En dicho estudio se midieron directamente los parámetros de resistencia del relleno para falla drenada a partir de ensayos triaxiales de gran formato con medición de presión de poros y corte directo CD de diámetro 1.20m. Estas condiciones hacen que los parámetros sean altamente confiables pues no provienen de correlaciones sino de ensayos reales sobre residuos sólidos municipales.

Adicionalmente, los valores obtenidos han sido comparados con los valores típicos reportados en la bibliografía especializada y en otros proyectos desarrollados por el consultor, aportando mayor fiabilidad a los datos empleados[7].

7.3.2 Geometría del botadero. Volumen de residuos

La geometría del botadero ha sido evaluada a partir del levantamiento topográfico llevado a cabo en el botadero durante el mes de enero de 2015.

Figura 11. Levantamiento topográfico botadero Cerro Las Tres Tetas



Fuente: Memoria descriptiva del establecimiento de 02 puntos geodésicos y levantamiento topográfico. Botadero Cerro Las Tres Tetas (Chancay). 2015.

De acuerdo a los estudios de proyección de generación de residuos, para el año 2015 (63,502 hab.), la generación de residuos sólidos municipales será de 36.11 Ton/ día, y un total de 13,179 Tn/año, siendo

[7] Geotechnical Characterization, Field Measurement and Laboratory Testing of Municipal Solid Waste. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics. ASCE 2008.

el incremento anual medio del 3.9%, de acuerdo al estudio de proyección de generación de residuos sólido municipales elaborado en el expediente técnico del nuevo relleno.

A efectos de cálculo de generación no se ha tenido en cuenta el "% de cobertura de recolección", de manera que tanto las estimaciones de generación de residuos como de generación de lixiviado y biogás se han llevado a cabo suponiendo el escenario más desfavorable posible.

Tabla 8. Proyección de la generación de RSM Relleno Sanitario de Chancay

Año	Generación (Tn/año)	Incremento anual
2014	12,685	
2015	13,179	3.89%
2016	13,692	3.89%
2017	14,225	3.89%
2018	14,778	3.89%
2019	15,354	3.90%
2020	15,952	3.89%
2021	16,574	3.90%
2022	17,221	3.90%
2023	17,893	3.90%
2024	18,591	3.90%
Media	15746	3.9%

Fuente: Proyecto de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos. Municipalidad provincial de Chancay

En la siguiente tabla se emplea este mismo incremento anual para determinar los volúmenes de residuos para los años anteriores al 2015 hasta el año 2007, que fue el año que el botadero inicio sus operaciones, para estimar tonelaje de disposición anual. La densidad evoluciona a medida que los residuos se estabilizan, además de otros factores como la compactación.

La densidad asumida para los residuos dispuestos en el botadero es de 600 kg/m^3 para residuos dispuesto con antigüedad igual o mayor a dos años (donde la columna de residuo es menor a 10 metros y no ha existido ningún tipo de compactación), y 400kg/m^3 para residuos sueltos descargados en el botadero.

Tabla 9. Volumen de residuos en el botadero "Cerro Las Tres Tetas"

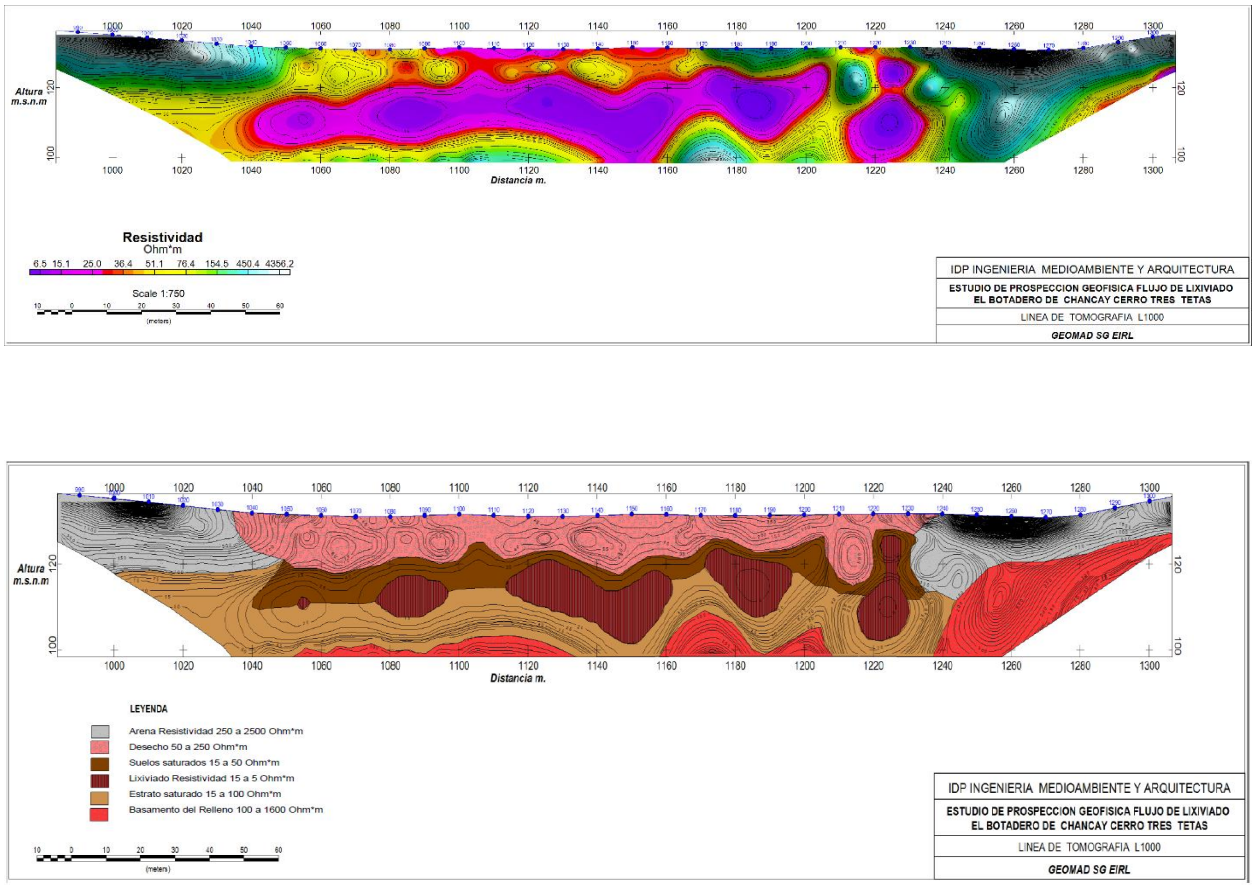
Año	Generación (Tn/año)	Volumen de residuos (m^3/año)
2007	9,707	16,178
2008	10,085	16,808
2009	10,478	17,463
2010	10,886	18,144
2011	11,310	18,851
2012	11,751	19,585
2013	12,209	30,522
2014	12,685	31,712
Total	89,111	169,263

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

El volumen de residuo estimado en la tabla anterior a fecha del levantamiento topográfico (enero 2015) se ha comparado con el volumen de residuo calculado a partir del modelado topográfico 3D del terreno actual y la geometría de la celda reconstruida a partir de las tomografías 2D recogidas en el correspondiente anexo.

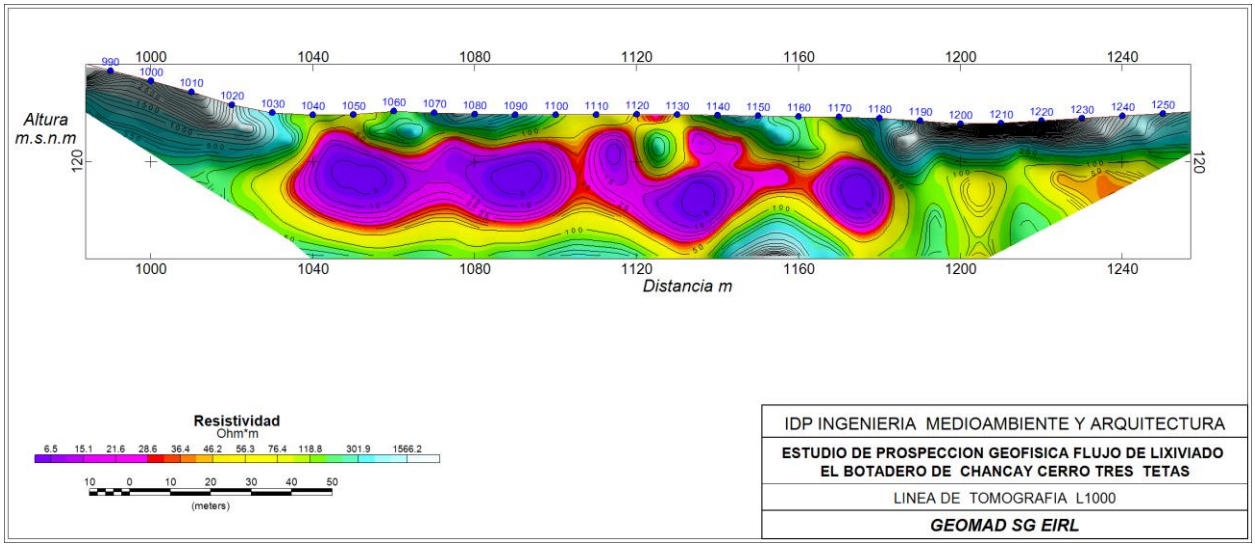
Las imágenes a continuación muestran el proceso seguido para obtener la volumetría final de los residuos. El volumen total de residuo es de 172,217 m^3, muy similar al estimado anteriormente, por lo que las estimaciones de generación reportadas son considerados como válidas para los cálculos posteriores del presente proyecto.

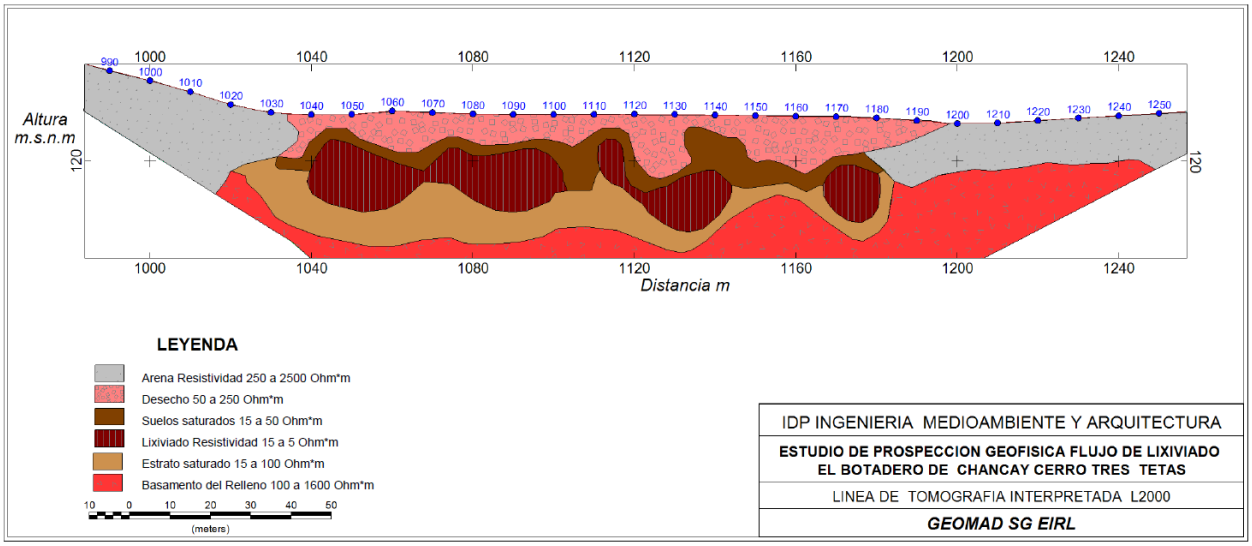
Figura 12. Tomografía 2D. Sección 1 Botadero Cerro Las Tres Tetas



Fuente: Estudio de prospección geofísica para la identificación del flujo de lixiviado en el botadero Chancay Cerro Tres Tetas. 2015.

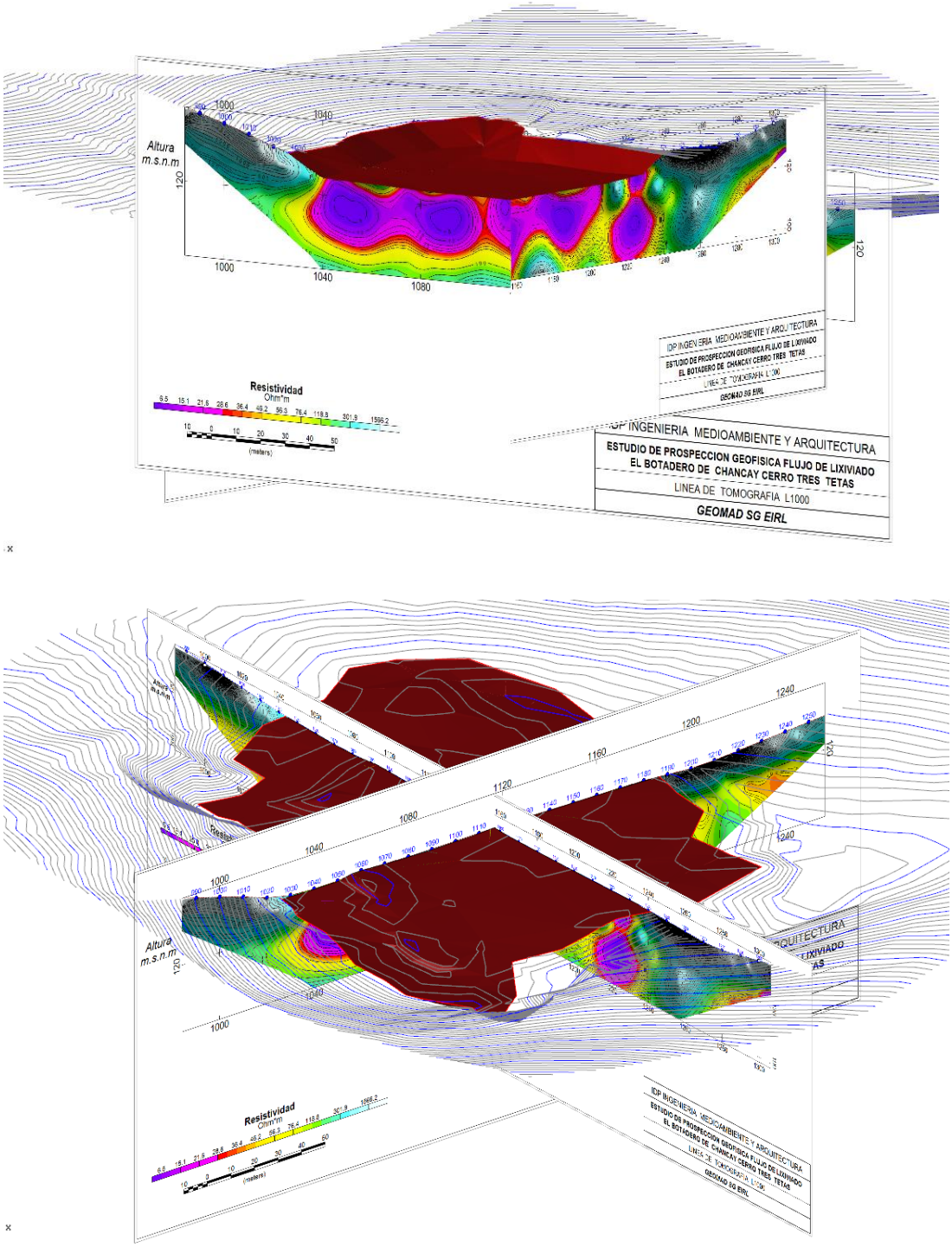
Figura 13. Tomografía 2D. Sección 2 Botadero Cerro Las Tres Tetas





Fuente: Estudio de prospección geofísica para la identificación del flujo de lixiviado en el botadero Chancay Cerro Tres Tetas. 2015.

Figura 14. Reconstrucción 3D de la celda de residuos



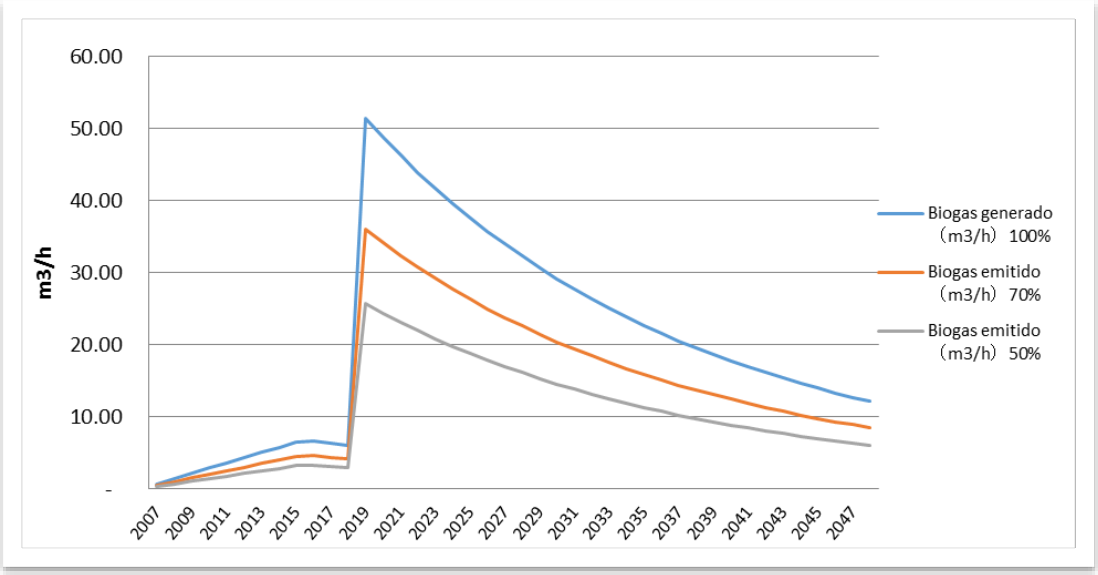
Fuente: Equipo de formulación, 2015

7.4 Resultados

A continuación se exponen los resultados de generación de biogás (50%CH_4) y emisión para el botadero Cerro Las Tres Tetas para un horizonte de 30 años. Los resultados se presentan para tres escenarios distintos de generación - emisión, asumiendo como los resultados más realistas los correspondientes al ratio generación/emisión de biogás 50%.

La literatura disponible en cuanto al ratio generación/emisión de biogás en sistemas de venteo pasivo es muy limitada, y depende de numerosos factores, tales como las condiciones de manejo del botadero, tipología de residuos, coberturas parciales, tiempo de exposición de los residuo etc, la mayoría de las cuales son difícil es de estimar.

Figura 15. Generación – Emisión de Biogás



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tabla 10. Generación - Emisión de Biogás

Año	Biogas generado (m³/h) 100%	Biogas emitido (m³/h) 70%	Biogas emitido (m³/h) 50%
2007	0.745	0.521	0.37
2008	1.480	1.036	0.74
2009	2.207	1.545	1.10
2010	2.928	2.049	1.46
2011	3.644	2.551	1.82
2012	4.357	3.050	2.18
2013	5.068	3.548	2.53
2014	5.780	4.046	2.89
2015	6.493	4.545	3.25
2016	6.683	4.678	3.34
2017	6.340	4.438	3.17
2018	6.015	4.210	3.01
2019	51.362	35.953	25.68
2020	48.743	34.120	24.37
2021	46.264	32.385	23.13
2022	43.919	30.743	21.96
2023	41.700	29.190	20.85
2024	39.599	27.719	19.80
2025	37.611	26.327	18.81
2026	35.728	25.010	17.86
2027	33.946	23.762	16.97
2028	32.259	22.581	16.13
2029	30.661	21.463	15.33
2030	29.148	20.404	14.57
2031	27.715	19.400	13.86
2032	26.357	18.450	13.18
2033	25.071	17.550	12.54
2034	23.852	16.697	11.93
2035	22.697	15.888	11.35
2036	21.603	15.122	10.80
2037	20.565	14.396	10.28
2038	19.582	13.707	9.79
2039	18.649	13.055	9.32
2040	17.765	12.436	8.88
2041	16.927	11.849	8.46
2042	16.131	11.292	8.07

2043	15.377	10.764	7.69
2044	14.661	10.263	7.33
2045	13.982	9.787	6.99
2046	13.337	9.336	6.67
2047	12.725	8.907	6.36
2048	12.144	8.501	6.07

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

7.5 Diseño del sistema de manejo de biogás

Los resultados del modelado de generación de biogás reportan valores muy pequeños de generación de biogás, lo cual no hace necesario la construcción de ningún sistema de captación de éste. Igualmente, esta opción está respaldada por las condiciones de operación del botadero, donde la mayor parte de la degradación de la materia orgánica se produce de forma aeróbica. De acuerdo a los resultados del estudio de generación de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de vertederos (Matsufuji et al. 1993), la proporción de CO2 frente a Metano (CH4) en el biogás generado en vertederos aeróbicos es del 95% de CO2 y 5% de CH4. Además, de acuerdo a los resultados de este mismo estudio, en vertederos de tipo aeróbico el 60-65% de la materia orgánica se degrada dentro de los primeros 2 años.

8 GESTIÓN DE LIXIVIADOS

8.1 Introducción

El lixiviado de un botadero se puede definir, en términos generales, como el líquido producido a partir de la descomposición de los residuos y la infiltración de agua de lluvia en la masa de residuo. La generación de lixiviados se produce cuando la humedad penetra en la masa de residuo, disuelve los contaminantes en fase líquida y se alcanza un contenido de humedad suficiente para iniciar el flujo de líquido. Este lixiviado es un agua residual de alta resistencia que tiene un importante impacto e influencia en el diseño de vertederos y su funcionamiento, presentando altas concentraciones de amoníaco y orgánicos contaminantes (medidos en términos de demanda química de oxígeno DQO y DBO demanda bioquímica de oxígeno), hidrocarburos halogenados y metales pesados. Además, los lixiviados generalmente contienen altas concentraciones de sales inorgánicas (principalmente cloruro de sodio, carbonato y sulfato) y depende de la composición de los residuos vertidos.

La cantidad de lixiviado generado en un botadero depende de varios factores, tales como las variaciones en el clima, la hidrogeología y composición de los residuos (Keenan et al., 1984).

Uno de los principales problemas ambientales en los botaderos son la infiltración de lixiviados y su posterior contaminación de la tierra circundante y acuíferos. Las mejoras en la ingeniería de vertederos están dirigidas a reducir la producción de lixiviados, la recogida y el tratamiento antes de la descarga (Farquhar, 1989).

8.2 Composición de los lixiviados

Cuando el agua pluvial entra en contacto con los residuos favorece ciertas reacciones químicas y bioquímicas. Durante estos procesos se disuelven diversos componentes de los elementos químicos de los residuos. Además en el agua se disuelven los gases desprendidos como producto de la degradación de los residuos municipales (CH_4, CO_2, NH_3, …).

Es una particularidad de este líquido lixiviado contener un alto porcentaje de materia disuelta y/o en suspensión y por consiguiente sus características principales son:

- DBO5 (Demanda Biológica de Oxigeno) Alta
- DQO (Demanda Química de Oxigeno) Alta
- COT (Carbono Orgánico Total) Alto
- Iones metálicos disueltos
- Color oscuro
- Olor
- Turbiedad
- pH $<$ 7 (ligeramente ácido)

La composición del lixiviado, y la naturaleza del material dispuesto en las celdas influirán en el tratamiento del mismo. Los líquidos percolados provenientes de sectores del módulo recientemente terminados (menos de 24 meses) tendrán, en general, un buen grado de biodegradabilidad. A medida que el líquido en el interior del botadero comienza a madurar, los compuestos orgánicos de fácil asimilación por los microorganismos presentes ya han sido consumidos y aumenta la proporción del material de difícil degradación y de ácidos húmicos.

Como ya hemos dicho, la composición del lixiviado es variable y depende también de otros muchos aspectos, uno de los cuales es la tipología de los residuos. En las tablas siguientes podemos establecer márgenes de la composición estándar de los diferentes componentes de un lixiviado de botadero.

Tabla 11. Caracterización del lixiviado de botadero

Parámetro	Intervalo de Valores (mg/l)
Sólidos Disueltos Totales	584 – 55,000
Sólidos Suspendidos Totales	2 – 140,900
Conductancia específica	480 – 72,500 mh/cm
DBO5	6.6 – 99,000
DQO	10 – 195,000
Carbono Orgánico Total	ND – 40,000
PH	3.7 - 8.9
Alcalinidad Total	ND - 15.050
Dureza	0.1 – 225,000
Cloruros	2 - 11.375
Calcio	3 - 2.5
Sodio	12 - 6.01
Nitrógeno Total	2 - 3.32
Hierro	ND – 40,000
Potasio	ND - 3.2
Magnesio	4 - 780
Nitrógeno Amoniacal	ND - 1.2
Sulfatos	ND - 1.85
Aluminio	ND - 85
Zinc	ND - 731
Manganeso	ND - 400
Fósforo Total	ND - 234
Boro	0.87 - 13
Bario	ND - 12.5
Níquel	ND - 7.5
Nitrógeno de Nitratos	ND - 250
Plomo	ND - 14.2
Cromo	ND - 5.6
Antimonio	ND - 3.19
Cobre	ND - 9
Talio	ND - 0.78
Cianuro	ND - 6
Arsénico	ND - 70.2
Molibdeno	0.01 - 1.43
Estaño	ND - 0.16
Nitrógeno de Nitritos	ND - 1.46
Selenio	ND - 1.85

Cadmio	ND - 0.4
Plata	ND - 1.96
Berilio	ND - 0.36
Mercurio	ND - 3
Turbiedad	40 - 500 UTJ

Fuente: Design, construction & monitoring of sanitary landfill. A. Bagchi. Willey Interscience. USA 1990

Debe resaltarse que la composición química del lixiviado tiene una variación importante con el tiempo, y depende de la etapa en que se encuentre la descomposición de los residuos. En la primera fase de la degradación biológica, el pH tendrá valores bajos, y la DQO, la DBO5, sólidos suspendidos y concentración de metales pesados tendrán valores altos. Después de un tiempo de maduración, este mismo líquido presentará un valor de pH entre 6 y 8 (casi neutro) y valores de concentración de DQO, DBO5 y materiales nutrientes mucho más bajos.

Tabla 12. Comparación de algunas características típicas de los lixiviados.

Característica	Lixiviado joven	Lixiviado viejo
DBO	14,950 mg/L	5,000 mg/L
DQO	22,650 mg/L	8,180 mg/L
Metales pesados	Muy altos	Bajos

Fuente: Giraldo E., "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997

8.3 Metodología generación de lixiviados

En las condiciones actuales del botadero "Cerro Las Tres Tetas", el cuál carece de drenajes, piezómetros o puntos de recogida, y donde parte de los residuos han sido cubiertos con tierras de propiedades hidráulicas heterogéneas, no es posible medir la cantidad real de lixiviado generado.

La metodología se corresponde a la metodología propuesta por Tchobanoglous (1993). Tchobanoglous propone estimar la producción de lixiviados a partir de un balance hídrico de un volumen de control (área unitaria x altura del relleno) del botadero. El balance se basa en la siguiente expresión:

$$Entrada\ de\ agua\ =\ Salidas\ de\ Agua\ +\ Agua\ almacenada$$

$$Pa\ +\ Pr\ =\ Gw\ +\ Gv\ +\ CC\ +\ Lv\ (exceso\ de\ agua)$$

Donde:

- Pa: Agua presente en el interior de los residuos, Pa (inicialmente corresponde al contenido de humedad de los residuos dispuestos, Kg/m^2.
- Pr: Percolación de agua lluvia hacia el interior de la masa de residuos, Kg/m^2.
- Gw: Agua consumida en la generación de gas, Kg/m^2.
- Gv: Agua perdida como vapor de agua en el gas, Kg/m^2.
- CC: Capacidad de retención de agua del relleno (Capacidad de campo), Kg/m^2.
- Lv: Exceso de agua o producción de lixiviados, Kg/m^2.

La cantidad de agua que se infiltra al interior del botadero (Pr) se estima de acuerdo a la ecuación:

$$Pr = P - R - ETP$$

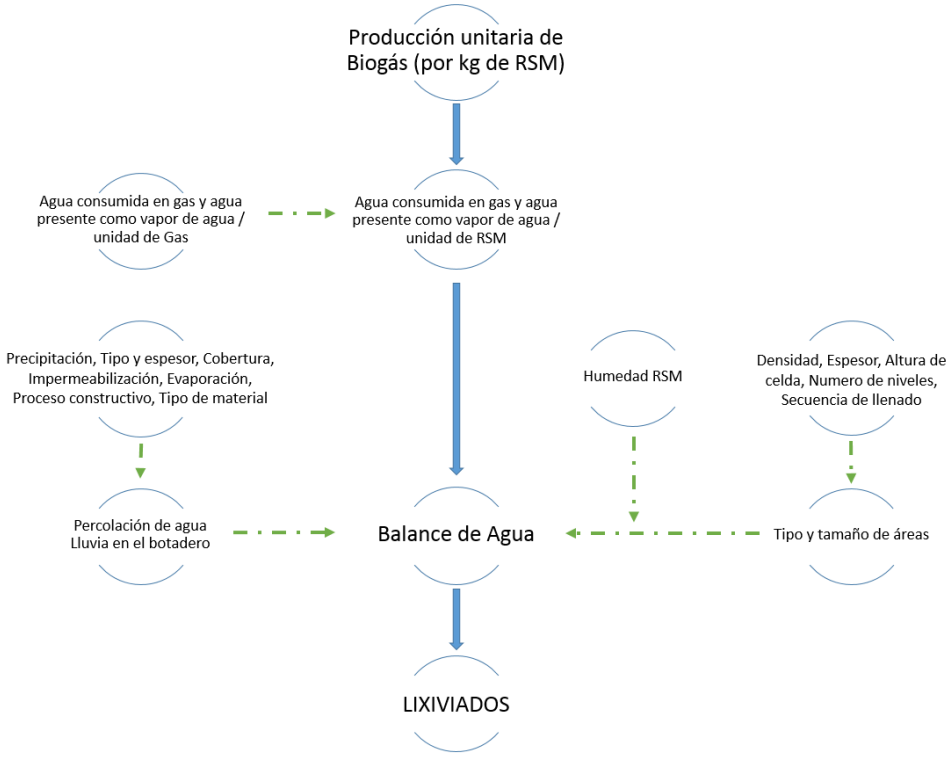
Donde:

- P: Precipitación atmosférica por unidad de área, mm/m^2. A efectos de cálculo se tomaron los valores medios anuales, de la estación del Chancay.
- R: Cantidad de agua que se pierde por escorrentía superficial, por unidad de área, mm/m^2.
- ETP: Cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración por unidad de área, mm/m^2.
- Pr: Cantidad de agua que se infiltra a través del materia de cobertura y entra hasta los residuos sólidos, por unidad de área, mm/m^2.

La cantidad de agua que se puede almacenar en el material tanto de cobertura como residuos depende de su capacidad de campo (CC = máxima cantidad de agua que el suelo puede retener en contra de la gravedad) y del porcentaje de marchitez permanente (PMP). La diferencia entre la CC y la PMP cantidad de agua que puede almacenarse en el suelo.

En la siguiente figura se presenta de forma esquemática la metodología de Tchobanoglous para estimar la producción de lixiviados.

Figura 16. Representación esquematizada de la metodología de Tchobanoglous



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En el cálculo de la generación actual de lixiviados también se ha tenido en cuenta el lixiviado generado a partir de la humedad contenida en los residuos en el momento en que estos son depositados en el botadero.

$$\%\ Líquido\ lixiviado\ en\ relación\ con\ los\ residuos\ sólidos\ recibidos\ en\ el\ relleno$$
$$= Contenido\ de\ humedad\ de\ los\ residuos\ sólidos\ (\%)$$
$$- Humedad\ retenida\ por\ la\ acción\ de\ la\ capacidad\ de\ campo\ de\ los\ residuos\ sólidos\ confinados\ (\%)$$

El lixiviado generado por la humedad de los residuos no se ha tenido en cuenta en el estudio de generación de lixiviados en la alternativa única puesto que dicho volumen de lixiviado solo tiene influencia en las fechas posteriores a su disposición en el terreno (debido a la alta conductividad hidráulica de la basura), por lo que en el momento de ejecutar la clausura, el lixiviado generado a partir de este supuesto habrá drenado completamente.

8.4 Resultados Generación actual

La tabla a continuación muestra los resultados de generación de lixiviados desde Enero de 2015 hasta el momento en el que se ejecutan los trabajos de recuperación del área degradada (Enero de 2019).

Tabla 13. Generación mensual de lixiviados (2015 – 2019)

		Generación de lixiviados												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2015	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	423.9	5,087.1
	GW (m3/mes)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	21.6
	GV (m3/mes)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.65
	Total (m3/mes)	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	422.1	5,064.9
	Total (m3/día)	13.62	15.07	13.62	14.07	13.62	14.07	13.62	13.62	14.07	13.62	14.07	13.62	13.88
2016														
	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes))	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuos (m3/mes)	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	440.43	5,285.1
	GW (m3/mes)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	24.0

	GV (m3/mes)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.7
	Total (m3/mes)	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	438.37	5,260.42
	Total (m3/día)	14.14	15.66	14.14	14.61	14.14	14.61	14.14	14.14	14.61	14.14	14.61	14.14	14.41
2017														
	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	265,533.33	265,533.33	265,533.33	265,533.33	265,533.33	-	-	-	-	-	-	-	1,327,666.7
	GW (m3/mes)	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	22.7
	GV (m3/mes)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.7
	Total (m3/mes)	265,531.38	265,531.38	265,531.38	265,531.38	265,531.38	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	-1.95	1,327,643.25
	Total (m3/día)	8,565.53	9,483.26	8,565.53	8,851.05	8,565.53	-0.07	-0.06	-0.06	-0.07	-0.06	-0.07	-0.06	3,637.38
2018														
	Pr (m3/mes)	508.0	215.6	67.1	38.3	440.9	1,039.9	1,236.4	1,710.8	1,327.4	699.6	469.6	436.1	8,189.7
	Inf (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lix residuo (m3/mes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GW (m3/mes)	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	21.6
GV (m3/mes)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.7
Total (m3/mes)	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-1.85	-22.22
Total (m3/día)	-0.06	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En base al modelo aplicado, la generación de lixiviado se concentra principalmente en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. Parte del lixiviado generado percola por el fondo de la celda, y otra parte es recogida por el sistema de captación de lixiviados.

La tasa de percolación de lixiviados en el fondo del vaso se puede estimar aplicando la ley de Darcy.

$$Percolación\ de\ lixiviados\ \left(\frac{m^3}{d}\right) = k\ \left(\frac{m^3}{m^2} \cdot s\right) x\ Superficie\ botadero(m^2)$$

Utilizando el valor de permeabilidad del subsuelo correspondiente a la calicata C5, 4.8 x 10^{-3} cm/s, se obtiene un caudal de percolación máxima de lixiviados en condiciones de saturación de 1.45 m^3/s (125,059 m^3/d), por lo que es de esperar que todo el lixiviado generado percola hacia el subsuelo, exceptuando aquel que es recogido por el sistema de recolección de lixiviados actual y dirigido a la poza existente.

8.5 Resultados Alternativa Única

A continuación se muestran los cálculo llevados a cabo para determinar la generación de lixiviado en el botadero según la Alternativa única. A diferencia del cálculo de la infiltración en rellenos sanitarios, en el caso de los botaderos restaurados solo se estudia la generación de lixiviados en la situación final, una vez se ha construido la capa de sellado, puesto que el botadero deja de estar en operación.

8.5.1 Cálculo de la cantidad de agua que se infiltra a través de la capa de sellado

El cálculo de la cantidad de agua que se infiltra se realiza sobre la capa de sellado definitiva, que en el caso del botadero "Cerro Las Tres Tetas" está compuesta por una capa de suelo de 90 cm y empradización sobre la superficie del relleno.

<u>Cálculo de la escorrentía superficial, R</u>

La escorrentía superficial corresponde a la fracción del agua lluvia que drena en forma superficial y que no se infiltra en el suelo, los residuos o la cobertura final. Para el cálculo de R se empleó la siguiente expresión:

$$R = Ce\ x\ P$$

Donde:

- R: Escorrentía superficial en mm
- Ce: Coeficiente de escorrentía superficial.
- P: Precipitación pluvial en mm.

Tabla 14. Coeficientes de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce

Uso Suelo / Pendiente	Textura del Suelo		
	Gruesa	Media	Final
Bosque			
Plano (0-5% pnte)	0.1	0.3	0.4
Ondulado (6-10% pnte)	0.25	0.35	0.5
Escarpado (11-30% pnte)	0.3	0.5	0.6
Pastizales			
Plano (0-5% pnte)	0.1	0.3	0.4
Ondulado (6-10% pnte)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pnte)	0.22	0.42	0.6
Terrenos Cultivados			
Plano (0-5% pnte)	0.3	0.5	0.6
Ondulado (6-10% pnte)	0.4	0.6	0.7
Escarpado (11-30% pnte)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Tchobanoglous. 1994.

Para la capa de sellado se ha asumido un valor de 0.1, correspondiente a un terreno de pastizal con pendientes entre el 0 y 5% % y textura del suelo gruesa.

Los cálculos de la escorrentía superficial se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15. Cálculo de Escorrentía superficial

Parámetro	Escorrentía Superficial(R).mm												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Precipitación	10.6	4.50	1.40	0.80	9.20	21.7	25.8	35.7	27.7	14.6	9.80	9.10	170.9
R(cob.final)	1.06	0.45	0.14	0.08	0.92	2.17	2.58	3.57	2.77	1.46	0.98	0.91	17.09

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Cálculo de la infiltración, Pr

Para llevar a cabo el cálculo de la infiltración a través de la capa de sellado es necesario conocer las propiedades del materia que la conforma y el espesor. Para el caso de la capa de suelo, se ha utilizado la metodología propuesta por Koerner (2005), la cual se basa en la ley de Darcy.

$$J = k \cdot i \cdot A = k \cdot \frac{\Delta H}{l} \cdot A$$

$$P_r = J = 4.8x10^{-5} \cdot \frac{1.1}{0.9} 47.921 = 2.81 \frac{m^3}{s} = 2.43x10^{-5}\, m^3/d$$

8.5.2 Cálculo de la generación de lixiviados

Como se indicó en apartados anteriores, el cálculo de la generación de lixiviados se basa en el siguiente balance hídrico.

$$Entrada\ de\ agua\ =\ Salidas\ de\ Agua\ +\ Agua\ almacenada$$

$$Pa\ + \mathrm{Pr} =\ Gw\ +\ Gv\ +\ CC\ +\ Lv\ (exceso\ de\ agua)$$

En la tabla siguiente se muestran los resultados del cálculo del consumo de agua requerido para la formación de biogás (Gw) y el agua como vapor presente en el biogás (Gv).

Tabla 16. Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás

Año	Biogas emitido (Nm3/h) 50%	Biogas emitido (Nm3/año) 50%	Consumo de agua Gw(kg/año)(a)	Consumo de agua Gv (kg/año)(b)
2007	0.37	3,262.01	2,475.87	75.03
2008	0.74	6,481.50	4,919.46	149.07
2009	1.10	9,666.05	7,336.53	222.32
2010	1.46	12,823.01	9,732.67	294.93
2011	1.82	15,959.54	12,113.29	367.07
2012	2.18	19,082.60	14,483.69	438.90
2013	2.53	22,199.01	16,849.05	510.58
2014	2.89	25,315.45	19,214.43	582.26
2015	3.25	28,438.46	21,584.79	654.08
2016	3.60	31,574.31	23,964.90	726.21
2017	3.42	29,948.93	22,731.24	688.83
2018	3.24	28,411.50	21,564.33	653.46
2019	27.70	242,614.03	184,144.05	5,580.12
2020	26.28	230,230.56	174,745.00	5,295.30

2021	24.94	218,513.91	165,852.06	5,025.82
2022	23.68	207,427.11	157,437.18	4,770.82
2023	22.48	196,935.30	149,473.89	4,529.51
2024	21.35	187,005.56	141,937.22	4,301.13
2025	20.27	177,606.84	134,803.59	4,084.96
2026	19.26	168,709.83	128,050.76	3,880.33
2027	18.30	160,286.87	121,657.73	3,686.60
2028	17.39	152,311.84	115,604.69	3,503.17
2029	16.53	144,760.11	109,872.92	3,329.48
2030	15.71	137,608.41	104,444.78	3,164.99
2031	14.94	130,834.78	99,303.60	3,009.20
2032	14.20	124,418.51	94,433.65	2,861.63
2033	13.51	118,340.00	89,820.06	2,721.82
2034	12.85	112,580.81	85,448.83	2,589.36
2035	12.23	107,123.48	81,306.72	2,463.84
2036	11.64	101,951.54	77,381.22	2,344.89
2037	11.08	97,049.45	73,660.53	2,232.14
2038	10.55	92,402.53	70,133.52	2,125.26
2039	10.05	87,996.91	66,789.66	2,023.93
2040	9.57	83,819.51	63,619.00	1,927.85
2041	9.12	79,857.94	60,612.18	1,836.73
2042	8.69	76,100.55	57,760.32	1,750.31
2043	8.28	72,536.30	55,055.05	1,668.33
2044	7.89	69,154.76	52,488.47	1,590.56
2045	7.53	65,946.11	50,053.10	1,516.76

2046	7.18	62,901.05	47,741.90	1,446.72
2047	6.85	60,010.79	45,548.19	1,380.25
2048	6.54	57,267.04	43,465.68	1,317.14

a) Calculado para un consumo unitario de agua = 0.759 Kg. Agua/m³ gas

b) Calculado para una pérdida de agua como vapor en el gas= 0.023 Kg. Agua/m³ gas

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2014. Equipo de Formulación, 2015.

Como resultado del balance hídrico propuesto, se ha obtenido la siguiente generación de lixiviados en el botadero "Cerro Las Tres Tetas".

Tabla 17. Producción de lixiviados en el botadero

Año	Infiltración (m3/a)	GW(m3/a)	GV(m3/a)	Lxm3/año	Lxm3/d
2019	-	184.14	5.58	-189.72	-0.52
2020	-	174.74	5.30	-180.04	-0.49
2021	-	165.85	5.03	-170.88	-0.47
2022	-	157.44	4.77	-162.21	-0.44
2023	-	149.47	4.53	-154.00	-0.42
2024	-	141.94	4.30	-146.24	-0.40
2025	-	134.80	4.08	-138.89	-0.38
2026	-	128.05	3.88	-131.93	-0.36
2027	-	121.66	3.69	-125.34	-0.34
2028	-	115.60	3.50	-119.11	-0.33
2029	-	109.87	3.33	-113.20	-0.31
2030	-	104.44	3.16	-107.61	-0.29
2031	-	99.30	3.01	-102.31	-0.28
2032	-	94.43	2.86	-97.30	-0.27
2033	-	89.82	2.72	-92.54	-0.25
2034	-	85.45	2.59	-88.04	-0.24
2035	-	81.31	2.46	-83.77	-0.23
2036	-	77.38	2.34	-79.73	-0.22
2037	-	73.66	2.23	-75.89	-0.21
2038	-	70.13	2.13	-72.26	-0.20
2039	-	66.79	2.02	-68.81	-0.19
2040	-	63.62	1.93	-65.55	-0.18
2041	-	60.61	1.84	-62.45	-0.17
2042	-	57.76	1.75	-59.51	-0.16
2043	-	55.06	1.67	-56.72	-0.16

2044	-	52.49	1.59	-54.08	-0.15
2045	-	50.05	1.52	-51.57	-0.14
2046	-	47.74	1.45	-49.19	-0.13
2047	-	45.55	1.38	-46.93	-0.13
2048	-	43.47	1.32	-44.78	-0.12

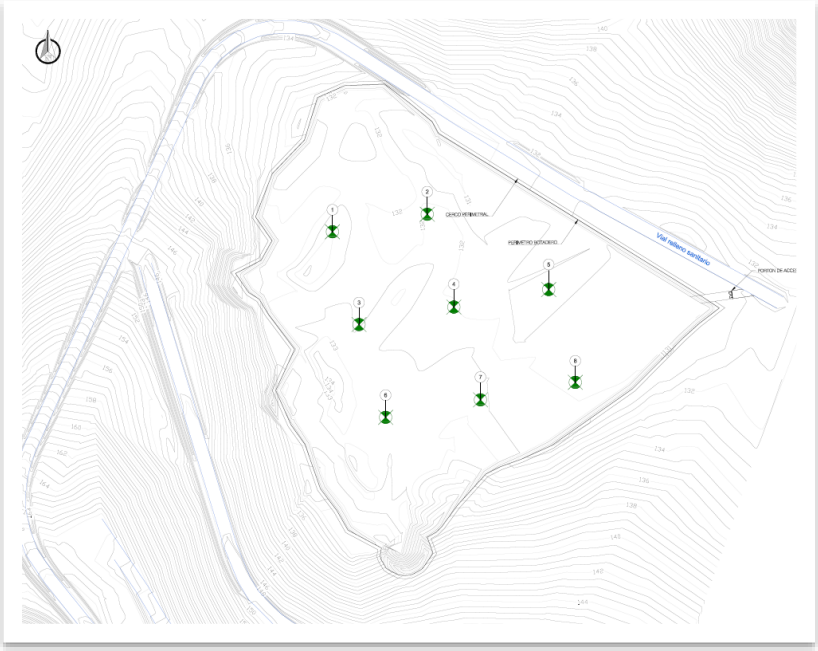
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

8.6 Diseño del sistema de captación de lixiviados

Ante la imposibilidad de actuar en la impermeabilización del fondo de la celda, y puesto que no existe movimiento lateral de los lixiviados y que una vez clausurado el botadero no se generará más lixiviado, las medidas propuestas se centran en extraer el lixiviado acumulado en el fondo de la celda del botadero y en los primeros estratos del subsuelo.

Puesto que el lixiviado tiende a concentrarse en la zona central del botadero, se construirán 8 pozos en configuración de rejilla, con una distribución que asegure la mayor cobertura posible del botadero. Estos pozos tendrán una profundidad de 17 metros, determinada por la presencia de flujo de lixiviado descrita en el estudio geofísico anexo. Creando un gradiente de presión negativo, el lixiviado acumulado fluirá gradualmente hacia los pozos construidos permitiendo su extracción mediante bombeo.

Figura 17. Ubicación de los pozos de lixiviado



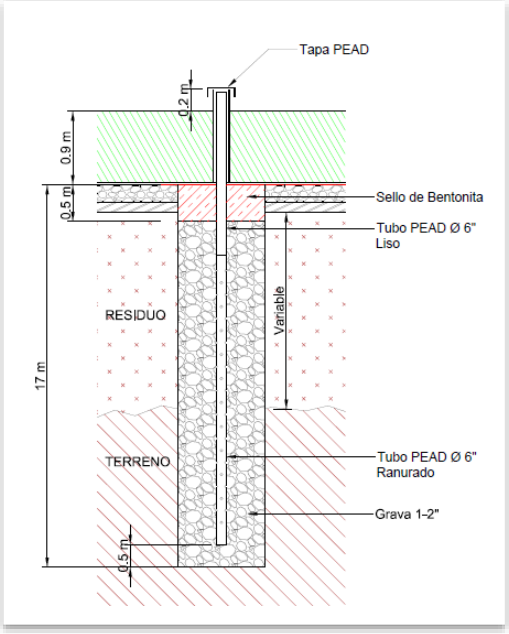
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Los pozos consisten en una perforación vertical de entre 0,6 metros de diámetro en el cuerpo del residuo, donde se instala una tubería perforada de 6” tipo Polietileno de alta densidad (PEAD) en

posición central, ranurada con un área libre del 5 – 7 % y grosor de las ranuras de 3 a 20 mm. La tubería estará envuelta en material granular de protección, grava de machaqueo, de bajo contenido en carbonatos, diámetro 1-2" y conductividad hidráulica > $1x10^{-3}$ m/s. La profundidad máxima del pozo será de 17 metros. En la parte superior del pozo se colocará un sello de bentonita (50 cm) que evite la entrada de agua hacia el interior del mismo. La construcción de los pozos se terminará con una tapa de PEAD que evite la caída de materiales en el interior del pozo.

En la figura a continuación se muestran las características mínimas requeridas para la construcción de los pozos de extracción del lixiviado.

Figura 18. Pozo de extracción del lixiviado



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

La opción de gestión de los lixiviados incluye la recirculación de estos hacia el nuevo relleno sanitario de Chancay. El nuevo relleno sanitario contará con dos pozas de lixiviados[8] con una capacidad de almacenamiento efectiva de 222 m^3, diseñada para dar cabida a un volumen máximo de generación de lixiviados de 7.66 m^3/d. Según el plan de manejo de lixiviados incluye la recirculación de lixiviados mediante una bomba de impulsión, con capacidad de bombeo de 1 lps y una carga estima de trabajo de 4 h/día.

[8] "Estudio de impacto ambiental semi detallado "Relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos para el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima"

Con estas condiciones, se espera que para desocupar cada poza (111 m3) será necesario emplear una semana aproximadamente (7.7 días), mientras que para llenarla a una tasa de producción calculada en la modelación de lixiviados del nuevo relleno sanitario, de 3.83 m3/día (50 % de 7.66 m3/día), se requiere de unos 30 días en promedio.

De acuerdo a los resultados del estudio de generación de lixiviados del botadero una vez clausurado, no se espera ninguna generación de lixiviados. Por tanto la única generación de lixiviados derivaría de la extracción de los pozos de lixiviados del lixiviado ya existente. Por lo tanto, el volumen de lixiviado extraído, en caso de existir, se adecuará al plan de operación del nuevo relleno sanitario.

El potencial lixiviado que podría extraerse de los pozos corresponde a un ciclo de extracción mensual del volumen acumulado en el interior de los pozos (tubos PEAD 6") , suponiendo un nivel máximo de 5 metros en el interior. Ello daría una extracción máxima de 0.72 m^3 / mes (0.09 m^3/pozo). Dicho volumen representa el 0.3 % del volumen de generación máxima de lixiviados esperado en el relleno sanitario (7.66 m^3/d ó 237.46 m^3/mes), el 0.6% de la capacidad efectiva de cada una de pozas y un incremento insignificante en la recirculación del <0.1% (Vol de recirculación anual en el relleno 446.4 m^3/mes – 1lps en ciclos de 4h/día). Por tanto el incremento de volumen de lixiviado derivado de la aportación del botadero se considera asumible (<5% de incremento) por el sistema de tratamiento de lixiviados planteado en el proyecto del nuevo relleno sanitario.

El traslado del lixiviado se realizará mediante un depósito de pequeño tamaño (1 m^3) que deberá ir cargado en la parte posterior de la camioneta. Se dispondrá de una bomba sumergible, con una capacidad de extracción mínima de 1.5 m^3/h, para el trasiego del lixiviado del depósito de almacenamiento de lixiviados al depósito de la camioneta, y el posterior vaciado a la poza del relleno

9 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

9.1 Descripción de alternativas

9.1.1 Descripción de la capa de clausura

La "Alternativa Única" de recuperación del área degradada incluye la construcción de una capa de cobertura final- sellado, de acuerdo a la configuración descrita a continuación (en sentido ascendente):

- Residuos acumulados desde la operación del botadero.
- Capa de cobertura, a base de suelo de la zona, de 90 cm de espesor.

9.2 Parámetros geotécnicos

Para llevar a cabo el estudio de estabilidad tanto de la masa de residuo como de la capa de sellado es necesario conocer los parámetros geotécnicos de los materiales que intervienen en el sistema.

En relación a los parámetros del suelo y del residuo, es necesario conocer su peso específico natural y sus parámetros resistentes tales como ángulo de rozamiento y cohesión. Los valores de caracterización del suelo de la cobertura adoptados son los siguientes:

9.2.1 Residuos

Los estudios de características mecánicas de los residuos no son comunes en la literatura disponible, y son aún más escasos para los casos de sitios de disposición final a nivel latino americano. Por todo ello, los parámetros mecánicos utilizados para la caracterización de los residuos han sido obtenidos a partir de la investigación desarrollada en el Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá Colombia en el año 1998-1999. El uso de dichos parámetros se justifica por ser los mismos que los utilizados en el proyecto de construcción del nuevo relleno sanitario de Chancay. En dicho estudio se midieron directamente los parámetros de resistencia del relleno para falla drenada a partir de ensayos triaxiales de gran formato con medición de presión de poros y corte directo CD de diámetro 1.20m. Estas condiciones hacen que los parámetros sean altamente confiables pues no provienen de correlaciones sino de ensayos reales sobre residuos sólidos municipales.

Adicionalmente, los valores obtenidos han sido comparados con los valores típicos reportados en la bibliografía especializada y en otros proyectos desarrollados por el consultor, aportando mayor fiabilidad a los datos empleados.

El valor de cohesión empleado es de 12.58 kN/m^2 y ángulo de fricción interna 29.81°. La densidad es de 11.5 Kn/m^3.

9.2.2 Terreno Natural

Los valores necesarios para determinar las propiedades geotécnicas del terreno natural se han obtenido a partir de los resultados del estudio de suelos. Tal y como se ha hecho en el estudio de estabilidad del nuevo relleno sanitario, a partir de los resultados del estudio de suelos se empleó de manera simplificada la presencia de un único material de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio desarrollados sobre los materiales encontrados.

Para definir las propiedades del terreno natural, se empleará de manera simplificada la presencia de un único material de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio desarrollados sobre los materiales encontrados. Los materiales de las calicatas presenta una resistencia muy similar entre sí, siendo la más representativa la muestreada en la calicata C-6, por ser esta la muestra que presenta los valores de fricción interna más conservadores (28.5º). Los resultados son conservadores teniendo en cuenta que fueron obtenidos de muestras remoldeadas. La densidad empleada es de 20.8 Kn/m^3., correspondiente a este tipo de terrenos.

El valor de cohesión adoptado para los estudios es de 5 kPa tal y como se justifica en el estudio geotécnico anexo.

9.2.3 Capa de sellado

1) Ángulo de rozamiento Tierra de Cobertura - Residuo: 30º

Tabla 18. valores de ángulo de rozamiento entre capas

Φ °	ARCILLA	ARENA	GRAVA	GEOTEXTIL AGUJADO	GEOTEXTIL TERMOSOLDADO	PEAD RUGOSO	PEAD LISO	GEOCOMPUESTO IMPERMEABILIZANTE	RESIDUOS
ARCILLA	18								
ARENA	22	26							
GRAVA	24	30	35						
GEOTEXTIL AGUJADO	28	28	27	20					
GEOTEXTIL TERMOSOLDADO	23	21	21	20	17				
PEAD RUGOSO	21	24	35	27	21	30			
PEAD LISO	15	18	18	9	8	24	15		
GEOCOMPUESTO IMPERMEABILIZANTE	30	30	28	22	20	30	16	25	
RESIDUOS	30	30	32	25	19	30	12	25	35

Fuente: UNE 104425:2001

2) De acuerdo al diseño de la capa de clausura, el material propuesto para la clausura se corresponde a material de descapote extraído durante las labores de construcción del nuevo relleno y del movimiento de tierras para la conformación de la capa de clausura. Este material debe drenar lo suficiente de modo que la cantidad de agua retenida no altere las tensiones efectivas de la capa. En consecuencia, todos los materiales presentes en la zona podrían ser susceptibles de ser utilizados para esta capa, a expensas del correspondiente estudio de estabilidad de la capa de cobertura.

   De acuerdo al diseño de la capa de clausura, el material propuesto se corresponde a material de descapote extraído durante las labores de construcción del nuevo relleno y de los terrenos aledaños al botadero propiedad de la municipalidad de Chancay. Este material debe drenar lo suficiente de modo que la cantidad de agua retenida no altere las tensiones efectivas de la capa. En consecuencia, todos los materiales presentes en la zona podrían ser susceptibles de ser utilizados para esta capa, a expensas del correspondiente estudio de estabilidad de la capa de cobertura

   Los materiales de las calicatas presenta una resistencia muy similar entre sí, siendo la más representativa la muestreada en la calicata C-6, por ser esta la muestra que presenta los valores de fricción interna más conservadores (28.5º). Los resultados de cohesión (0 Kn/m2) se corresponden a la tipología de suelos presentes en la zona. Estos parámetros son conservadores teniendo en cuenta que fueron obtenidos de muestras remoldeadas.

3) El valor de peso específico para el material de cobertura será de 20.8 kPa. Este valor es común para suelos y muy recurrente en la bibliografía existente (ejemplos: J.A. Jiménez Salas et al.

Geotecnia y Cimientos, Tomo I (1981). Ed. Rueda; Sarsby, R. W. (2000). Environmental Geotechnics. Tomas Telford Publishing).

4) Pendiente y longitud del talud: la sección de cálculo más desfavorable es de 14º con un desarrollo del talud de 20.6 m.

9.3 Factor de seguridad

Los coeficientes de seguridad para la estabilidad de los botaderos serán los mismos que los empleados en casos de rellenos sanitarios. A falta de una normativa específica en materia de estabilidad de rellenos sanitarios, los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en función de las consecuencias de una potencial inestabilidad y en situación estática, serán los propuestos en la normativa vigente española y europea[9,10].

Tabla 19. Coeficientes de seguridad para la estabilidad de los rellenos sanitario

	Tipo de Vertedero		
Riesgo	Inerte	No Peligroso	Peligroso
Bajo	1,3	1,4	1,5
Medio	1,4	1,5	1,6
Alto	1,5	1,6	1,8

Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Las situaciones de bajo riesgo son aquellas en las que una potencial inestabilidad provocaría exclusivamente daños materiales sin consecuencias significativas ambientales ni para la seguridad de las personas. Por riesgo medio se entiende la situación de un vertedero la inestabilidad provocaría daños significativos para el medio ambiente pero no para la seguridad de las personas. Las situaciones de alto riesgo son aquellas en las que se pueden provocar daños a personas o impactos ambientales severos o irreversibles

El botadero "Cerro Las Tres Tetas" se engloba dentro del grupo de bajo riesgo este grupo, por lo que el coeficiente de seguridad a tomar en consideración será de **1,4.**

Aunque en un caso de análisis a corto plazo no es estrictamente necesario, se deberá tener en cuenta los criterios de sismicidad de acuerdo a los criterios de análisis incluidos en la Normativa Peruana en vigor. Además considerará los datos y criterios de referencia del Instituto Geográfico Nacional del Perú.

Se recomienda el empleo de las aceleraciones efectivas del sismo de diseño. Para el método de diseño pseudo-estático de taludes y muros, se recomienda un valor de 0.4 para el coeficiente lateral sísmico.

[9] Normativa española: Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

[10] EU Landfill Directive 1999/31/EC

9.4 Estabilidad global

El Análisis de estabilidad 2D se ha realizado sobre la sección crítica del botadero según la geometría descrita en el punto siguiente.

9.4.1 Metodología

Para la modelización de la estabilidad del botadero Cerro Las Tres Tetas se ha empleado el software Slide 6.0. Este programa es un software disponible para el análisis de taludes y laderas en 2D. Tiene un CAD basado en una interfaz gráfica con una amplia variedad de modelos y tiene opciones de interpretación de datos que permiten realizar un análisis complejo y rápido.

Slide ofrece la posibilidad de utilizar todos los métodos estándar de equilibrio límite vertical para el análisis de estabilidad de taludes (Bishop simplificado, Corps of Engineers 1 y 2, Morgenstern-Price, Jambu simplificado, Jambu modificado, Lowe-Karafiath, Fellenius y Spencer).

De todos ellos se recomiendan los de Morgenstern-Price y el de Spencer, ya que tienen en cuenta dos factores de seguridad en las ecuaciones, uno con respecto al momento de equilibrio y otro con respecto a la fuerza horizontal de equilibrio.

El método de Spencer adopta una relación constante entre las fuerzas normales y tangenciales en las dovelas, de modo que a través de un proceso iterativo se van variando las fuerzas tangenciales y normales hasta que los dos factores de seguridad son el mismo. Encontrar el ratio tangente-normal que hace que los dos factores de seguridad sean el mismo, significa que tanto momentos como fuerzas de equilibrio cumplen las ecuaciones

El método de Morgenstern-Price es muy similar al de Spencer, pero además de la relación constante entre fuerzas normales y de tangenciales en las dovelas, permite otras relaciones: Constante, Semi-sinusoide, Clipped-sine, Trapezoidal, Especificando dato y punto.

Empleando la selección de método constante tendríamos las ecuaciones del método de Spencer.

Como conclusión, y por lo expuesto anteriormente, se emplea el método de Morgenstern -

Price ya que:

- Considera tanto fuerzas tangenciales como normales en las dovelas.
- Satisface tanto momentos como fuerzas de equilibrio.
- Permite una variedad de funciones de fuerza entre las dovelas.

En los resultados finales se presentan los cálculos para los tres métodos de tanteo (Janbu modificado, Spencer y Morgenstern - Price), que pueden dar valores superiores o inferiores de factor de seguridad, no obstante, el dato fiable es el del método Morgenstern-Price.

9.4.2 Parámetros geotécnicos

A continuación se muestran los valores de los parámetros utilizados tanto para la masa de residuo (Residuo), como para la superficie de soporte del depósito. Se ha empleado un valor de cohesión de 5 KPa en el caso del terreno natural, puesto que los resultados de cohesión de las muestras obtenidas de muestras remoldeadas.

Tabla 20. Parámetros geotécnicos

Material	Densidad “d(Kn/m3)”	Cohesión “c(KPa)”	Ángulo de rozamiento ”φ(º)”
Residuo	11.5	12.58	29.83
Terreno	20.8	5	28.5

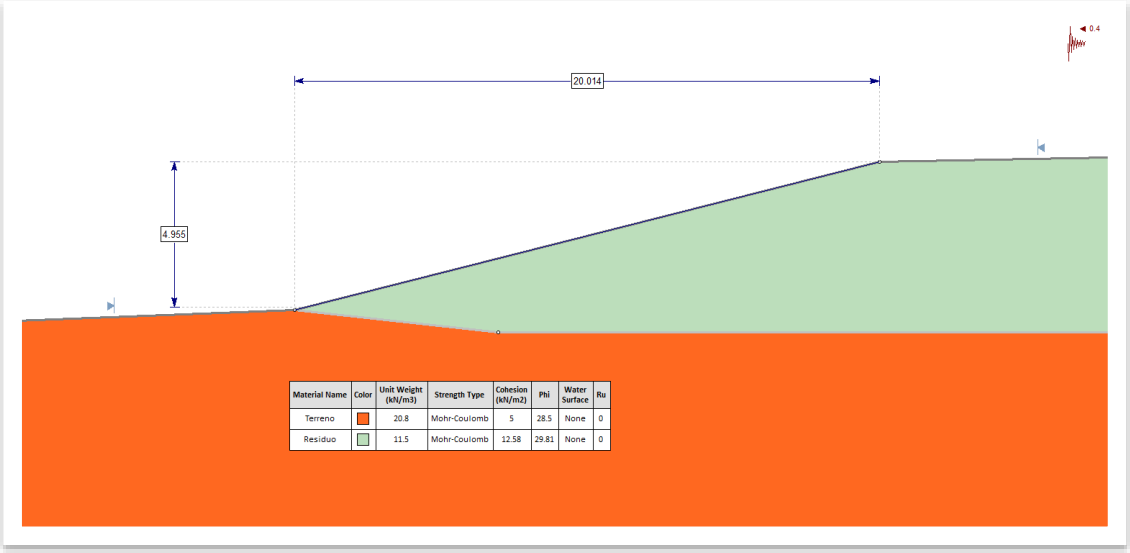
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

9.4.3 Geometría

La geometría a continuación se corresponde a la geometría del talud con sección crítica del botadero.

La pendiente de la sección crítica se corresponderá con un talud de 14º.

Figura 19. Sección Crítica – Cálculo de estabilidad Slide 6.0



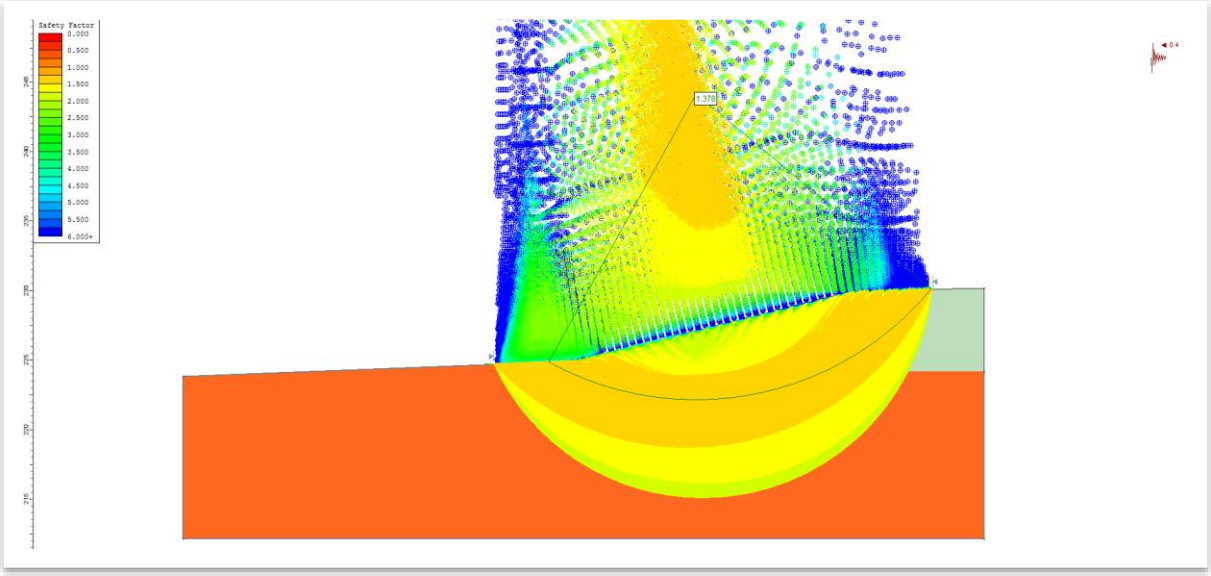
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

9.4.4 Análisis de estabilidad

El Análisis de estabilidad se ha realizado sobre la sección crítica del botadero según la geometría descrita en el punto anterior.

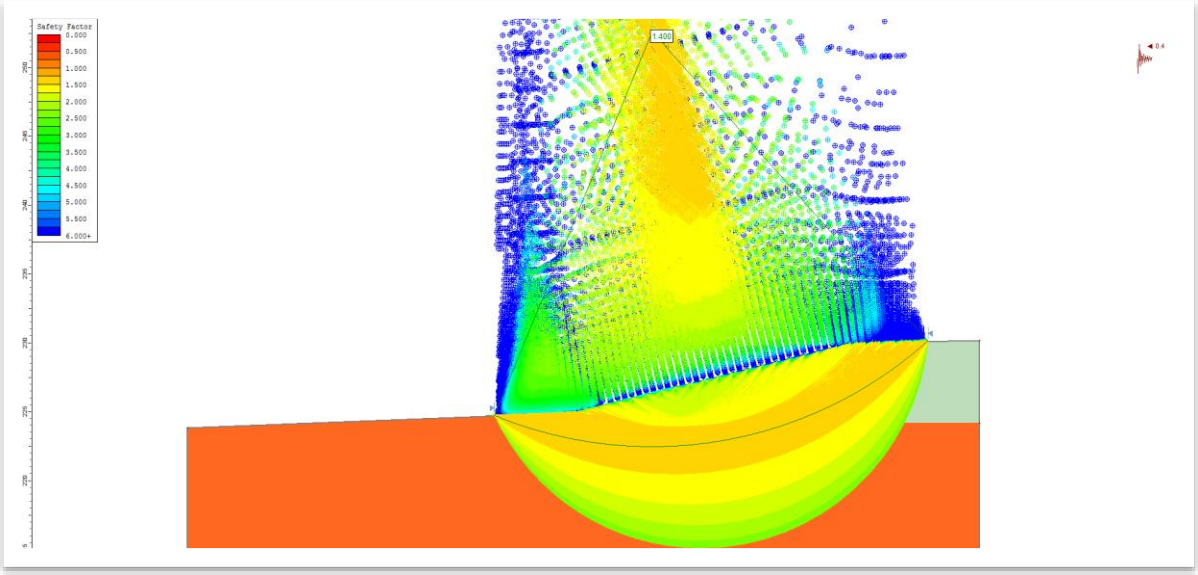
En las figuras siguientes se muestran los resultados obtenidos de las simulaciones para la sección crítica del botadero.

Figura 20. Resultados Simulación Modelo Jambu Corrected



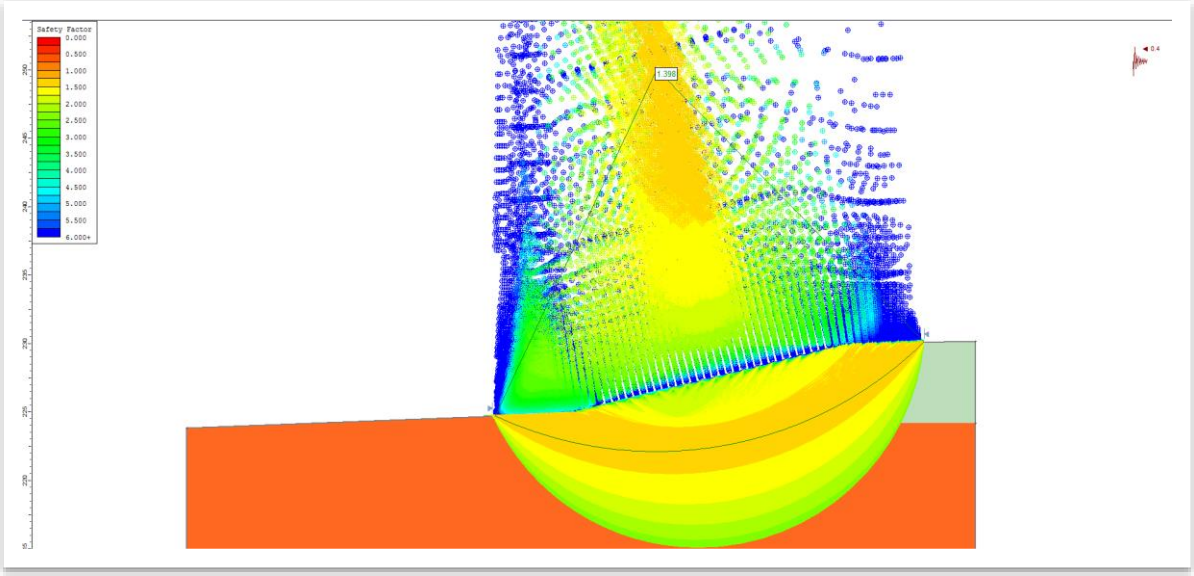
Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 21. Resultados Simulación Modelo Spencer



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Figura 22. Resultados Simulación Modelo Morgenstern-Price



Fuente: Equipo de Formulación, 2015

En la sección de cálculo analizada se observa que el factor mínimo de seguridad FS es de 1.4 (1.378). El modelo utilizado para la simulación ha sido Jambu Corrected. Otros modelos también utilizados como Spencer o Morgenstern-Price reportan valores de FS superiores (1.4 y 1.398 respectivamente).

9.5 Estabilidad de la capa de sellado

9.5.1 Introducción

En el presente documento se muestra el análisis de la estabilidad de la capa de clausura del botadero Cerro Las Tres Tetas. El cálculo de la estabilidad se ha realizado mediante un método analítico de equilibrio límite con distintas hipótesis de cálculo y geometría del talud.

El objetivo de este estudio es determinar el factor de seguridad (FS) de un talud genérico de modo que se pueda tener una guía para conocer la viabilidad o no de la morfología final de la capa de clausura. En los casos en los que el FS obtenido es inferior al valor de 1.4 establecido, se han determinado dos posibles soluciones basadas en la utilización de una geomalla de refuerzo o bien suponiendo la ejecución de un talud en forma de cuña.

La estructura del documento refleja el procedimiento empleado para determinar la estabilidad de la capa de clausura.

9.5.2 Antecedentes y datos de partida

El sistema de sellado consiste en distintas subcapas de materiales tipo suelo y geosintéticos. A continuación se describe el orden de las subcapas desde la base (masa de vertido) hasta la superficie (contacto con la atmósfera):

- Residuos
- Tierra de cobertura similar a la presente en el entorno, de 90 cm de espesor

El sistema de capa de clausura descrito está previsto que sea paralelo a la masa del vertido y capa de regularización existente que hace de base, por lo que estudiar la estabilidad de la capa de clausura resulta imprescindible ya que es obligado adaptarse a la morfología existente.

9.5.3 Hipótesis

En este apartado se describe las hipótesis de partida y la base teórica del cálculo empleado para determinar la estabilidad del talud. En primer lugar se justifica o se hacen hipótesis sobre la adopción de los distintos valores necesarios para el cálculo.

Por otro lado, los cálculos realizados están basados en la Norma UNE 104425:2001 "Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad (P.E.A.D)", que establece distintos tipos de cálculo basados en el artículo técnico "Analysis and design of Veneer Cover Soils (Koerner R. and Soong T. 1998 Sixth International Conference on Geosynthetics)".

Modo de rotura

Según se especifica en la norma UNE 104425:2001 es necesario estudiar la estabilidad de un talud teniendo en cuenta los siguientes aspectos (fuente: intermas geosynthetics):

a) Riesgo de pérdida de finos en la coronación del talud al golpear la geomembrana contra el terreno. En este caso se recurrirá al uso de un geotextil o geocompuesto.

b) Riesgo de deslizamiento del material que forma el talud. En este caso se realizará un cálculo de deslizamiento por círculos de Mohr, método de deslizamiento en bloques, etc.

c) Riesgo de deslizamiento, fundamentalmente en sellados, por pérdida de rozamiento entre las diferentes capas de geosintéticos y de contacto geosintético-suelo de cobertura.

En el presente documento se analizan los puntos b) y c) de manera conjunta adoptando la hipótesis de que tanto el suelo como los geosintéticos rompen por el mismo plano, que es la superficie de apoyo de la capa de clausura. Este aspecto se justifica por las siguientes hipótesis:

- El espesor de la capa de clausura es pequeño en comparación con el desarrollo del talud.

- Las roturas circulares de radio elevado que pasen por la base de la capa pueden asimilarse al caso de talud indefinido.

- Roturas circulares de radio pequeño o roturas superficiales se supone que la cobertura vegetal u otros efectos como la cohesión o la succión son suficiente para contenerlos tal y como sucede en la realidad.

9.5.4 Cálculos realizados

Según el artículo "*Analysis and design of Veneer Cover Soils (Koerner R. and Soong T. 1998 Sixth International Conference on Geosynthetics*)" al que hace referencia la norma *UNE 104425:200*, la metodología de cálculo se basa en un análisis en equilibrio límite de distintos casos aplicables al estudio de la estabilidad de una capa de clausura que contiene geosintéticos.

El factor de seguridad a alcanzar en el cálculo de estabilidad es de 1.4 según los siguientes métodos:

- (Caso 1) TALUD PARALELO INDEFINIDO: se trata del cálculo del factor de seguridad más conservador para el caso de superficie de deslizamiento paralela a la superficie. En caso de que el valor obtenido no sea el deseado (1.4), se procede al cálculo del caso 2.

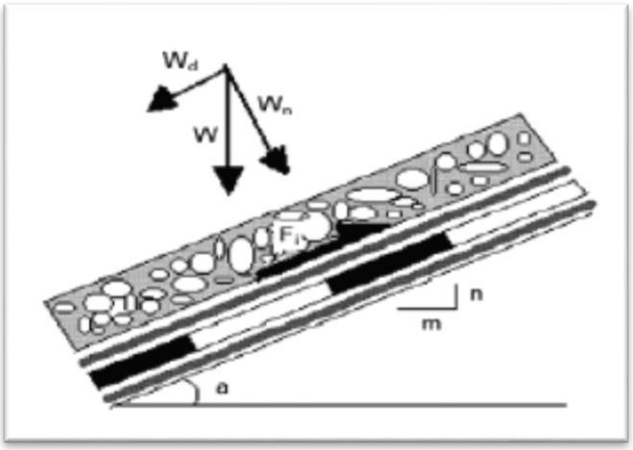
- (Caso 2) TALUD PARALELO DEFINIDO: consiste en el cálculo de un talud cuya rotura es por un plano paralelo a la superficie. En esta ocasión el talud viene definido por su longitud de desarrollo (L). A diferencia del caso 1, este cálculo tiene en cuenta los empujes activos y pasivos del suelo y permite considerar las características del talud, por lo que el cálculo se ajusta más a la realidad y es menos conservador.

A continuación se describe el desarrollo de cada uno de los casos:

Talud paralelo indefinido

Este caso contempla la estabilidad de un talud indefinido según se muestra en la siguiente figura.

Figura 23. Equilibrio en talud paralelo indefinido



Fuente: Koerner R. and Soong T. 1998

Tal y como se ha descrito en apartados anteriores, en el cálculo del equilibrio sólo interviene el ángulo de rozamiento más desfavorable de las distintas interfases y el ángulo de la pendiente del talud según se desprende del siguiente desarrollo:

En primer lugar se calcula la fuerza tangencial que resiste la interfase (F_i, criterio de rotura de Mohr-Coulomb). Debido a que la componente normal del peso (W_n) debe ser igual a la componente normal de la fuerza resultante que actúa en la base, se calcula multiplicándola por la tangente del ángulo de rozamiento en la interfase ($\emptyset_i$).

$$F_i = W_n \times \tan \emptyset_i = W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i \quad (1)$$

En donde el ángulo (β) define la pendiente del talud.

Por otro lado, la resistencia que ofrece la interfase según la ec.1, debe ser igual a la componente del peso paralela al plano de deslizamiento (W_d).

$$W_d = W \times sen\beta \quad (2)$$

Finalmente, para que el sistema esté en equilibrio, el factor de seguridad debe ser superior o igual a la unidad y se calcula como el cociente entre las ecuaciones 1 y 2, de modo que se obtiene:

$$FS = \frac{F_i}{W_d} = \frac{W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i}{W \times sen\beta} = \frac{\tan \emptyset_i}{tan\beta} \quad (3)$$

Según puede observarse en la ecuación 3, el resultado no depende del peso del terreno que tiene por encima y sólo lo hace del ángulo de la interfase. En consecuencia, cuanto mayor sea el FS deseado, para un ángulo $\emptyset_i$ determinado, menos verticales podrán ser los taludes a proyectar.

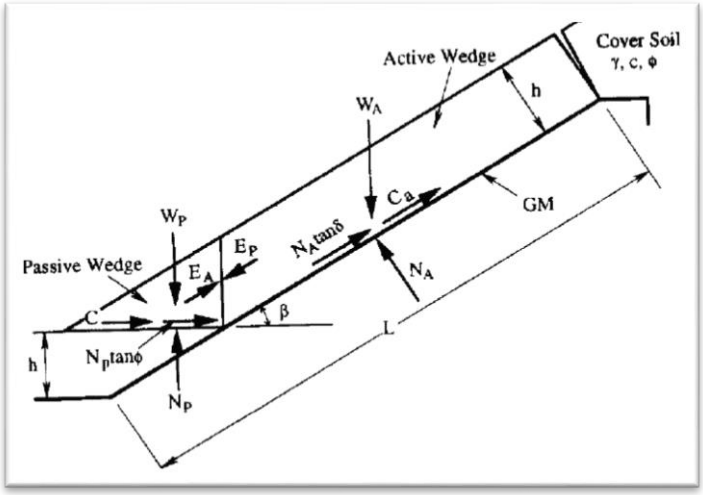
Los valores de este FS se muestran en el apartado de resultados para cada alternativa de la capa de clausura.

Talud paralelo definido

Este cálculo, y según indica la norma UNE 104425:200, puede efectuarse en las situaciones en las que el caso 1 no cumple con el FS objetivo deseado. Consiste en el cálculo de un talud paralelo a la base pero, en esta ocasión, el talud viene definido por su longitud de desarrollo (*L*). Considerando los empujes activos y pasivos del suelo se obtiene el FS. Si el valor del FS es menor a 1.4, se procede al cálculo de estabilidad con mallas de refuerzo.

El desarrollo de cálculo de este caso se basa en la obtención del equilibrio límite de la siguiente figura extraída del artículo técnico citado en este documento:

Figura 24. Equilibrio en talud paralelo definido



Fuente: Koerner R. and Soong T. 1998

En donde:

- γ,c,Ø : son el peso específico, la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del suelo
- Active Wedge: cuña activa de rotura
- W_A: peso de la cuña activa de rotura
- N_A: componente normal del peso de la cuña activa
- C_A: fuerza a lo largo de la cuña activa debido a la adherencia
- δ: ángulo de rozamiento de la interfase
- E_P: empuje pasivo
- Passive Wedge: cuña pasiva de rotura
- E_A: empuje activo
- W_P: peso de la cuña pasiva de rotura
- C:fuerza resistente debido a la cohesión en la base de la cuña pasiva de rotura
- N_P: componente normal del peso de la cuña pasiva de rotura
- L : longitud de desarrollo del talud

Tal y como puede verse en la figura anterior, este método de cálculo tiene en cuenta el efecto del empuje pasivo y del empuje activo del talud.

En líneas generales, este cálculo parte de las siguientes hipótesis:
- Existe una grieta de rotura en la parte superior de la que se desprende la masa deslizante activa.
- No existe presión hidrostática, por lo que debe de asegurarse un correcto dimensionamiento del geodren y debe colocarse un material suficientemente drenante para evitar presiones de agua.
- No existe presión ejercida por el gas, por lo que debe de asegurarse un correcto dimensionamiento del dren inferior como capa de captación y drenaje del gas.
- El empuje pasivo que se genera en el pie de talud proporciona una fuerza estabilizadora, por lo que debe de asegurarse que este empuje pasivo se produce en la realidad.

- El empuje activo y pasivo actúan con la misma inclinación β del talud como corresponde a la teoría de Rankine para trasdós vertical. Esta hipótesis tiene sentido en tanto que no se contempla el vuelco de la masa de terreno en estado activo.

A partir de estas hipótesis, la masa deslizada se encuentra en estado activo y es parcialmente contenida por el rozamiento y la cuña de empuje pasivo.

La aparición del empuje pasivo se justifica por el área de terreno que se apoya sobre la superficie horizontal de la berma. El ángulo de rozamiento en esta interfase ofrece mejor resistencia al deslizamiento dado que se trata del ángulo de rozamiento interno del terreno ($\emptyset$) y no el ángulo de la interfase más desfavorable (δ).

A partir de estas hipótesis, las ecuaciones de equilibrio extraídas del artículo técnico citado en el documento se establecen de la siguiente manera:

Para la zona activa se tiene que:

$$W_A = \gamma h^2 \left(\frac{L}{h} - \frac{1}{sen\beta}\frac{tan\beta}{2}\right) \quad (4)$$

$$N_A = W_A cos\beta \quad (5)$$

$$C_A = c_a \left(L - \frac{h}{sen\beta}\right) \quad (6)$$

Y para la zona pasiva se tiene:

$$W_P = \frac{\gamma h^2}{sen(2\beta)} \quad (7)$$

$$N_A = W_P + E_P sen\beta \quad (8)$$

$$C = \frac{ch}{sen\beta} \quad (9)$$

A partir de este punto, se determina el equilibrio de fuerzas verticales para la zona activa y se obtiene el empuje activo mientras que el equilibrio de fuerzas horizontales para la zona pasiva resulta en el empuje pasivo.

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A cos\beta) - (N_A tan\delta + C_a)sen\beta}{sen\beta \times (FS)} \quad (10)$$

$$E_P = \frac{C + W_P tan\emptyset}{cos\beta(FS) - sen\beta tan\emptyset} \quad (11)$$

A partir de igualar 10 y 11 se obtiene una ecuación de segundo grado cuya incógnita es el FS (ec.12).

$$0 = a(FS)^2 + b(FS) + c \quad (12)$$

La resolución de la ecuación anterior proporciona el factor de seguridad para este caso.

Otros valores de cálculo relevantes que no aparecen mencionados anteriormente han sido:

- γ(peso específico del terreno): 20.8 *kN/m³*.
- h(potencia de la cobertura): 0.9 *m* en todos los casos.
- C: fuerza nula debido a la cohesión del suelo.
- Ca: fuerza nula debido a la adherencia.
- $Nivel\ freático$: no se ha considerado carga hidráulica en ninguno de los casos planteados. Se supone que el suelo y los geodrenes funcionan correctamente sin que se produzca presiones intersticiales.

9.5.5 Resultados

En función de los parámetros definidos con anterioridad, la interfase más desfavorable es la capa de cobertura en contacto con el residuo). El ángulo de rozamiento entre estas dos capas es de 30º. En consecuencia, si se asegura la estabilidad entre estas dos capas, queda asegurada la estabilidad entre el resto de capas.

Caso 1. Talud paralelo indefinido

ESTABILIDAD DE LA CAPA DE COBERTURA ALTERNATIVA 1 - TALUD INDEFINIDO

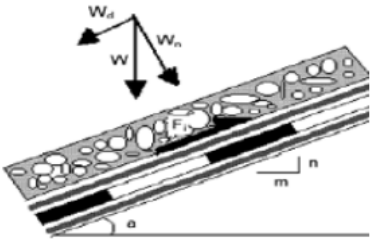
Proyecto:	Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en el Botadero "Cerro Las Tres Tetas"
Cliente:	Banco InterAmericano de Desarrollo (BID)
Metodología:	Koerner

Geometría del talud

Inclinación de la pendiente (ß)		14.0	°

Geotecnia

Densidad saturada (y)		19.1	kN/m3
Angulo de fricción entre capas (δ)		30.0	°



Cálculos:

Factor de seguridad	2.32

$$FS = \frac{F_i}{W_d} = \frac{W \times cos\beta \times \tan \emptyset_i}{W \times sen\beta} = \frac{\tan \emptyset_i}{tan\beta}$$

Fuente: Equipo de Formulación, 2015

Tal y como se puede observar en la figura anterior, el valor del FS alcanza el deseado de 1.4.

Los resultados del cálculo de estabilidad de la capa de clausura del talud crítico del botadero, de 30º, aporta un factor de seguridad de 2.32, por lo que lo consideramos estable y no es necesario implementar medidas adicionales de estabilización.

9.5.6 Conclusiones

El diseño de la capa de clausura propuesto, bajo los condicionantes de propiedades del suelo y residuos especificados, cumple con las condiciones de seguridad exigible para el tipo de obra del presente proyecto (FS > 1.4), por lo que no es necesario implementar medidas especiales para garantizar dicha estabilidad.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Augenstein, D. y Pacey, J. "Landfill Methane Models". Presented at 29th SWANA International Solid Waste Conference, Cincinnati, 1991.
- Bagchi, A. "Design, construction & monitoring of sanitary landfill". Willey Interscience. USA 1990
- Beaven, R.P., Powrie, W., Ficie and Kiriaki Zardava. "Hydrauli porperties of MSW", in "Geotechnical characterization, field measurements and laboratory testing of MSW. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics". 2008.
- Brian A. Albrecht and Craig H. Benson (2001), Effect of desiccation on compacted natural clays. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 127(1), 67-75
- British Columbia Ministry of Environment (MOE), Landfill Criteria for Municipal Solid Waste, June 1993, Source: http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/mpp/lcmsw.html, last accessed March 25, 2009.
- Brookes, A. y D.A. Sear. (1996). "Geomorphical Principles for Restoring Channels". En: A. Brookes y F.D. Shields (eds.), "River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects":75-102. John Wiley and sons, Chichester, UK.
- Carter, M. and Bentley, S. (1991). Correlations of soil properties. Penetech Press Publishers, London.
- Cherné Tarilonte, J. y González Aguilar, A. Movimiento de Tierras. 2010. Construcciones industriales. 5º ing. Industrial.
- Christensen, T. H., & Kjeldsen, P. (1989). "Basic biochemical processes in landfills. IN: Sanitary Landfilling: Process, Technology, and Environmental Impact". Academic Press, New York. 1989. p 29-49, 9 fig, 3 tab, 34 ref.
- Díaz del Río, Manuel. Maquinaria de Construcción, 2001. Ed. Mc Graw Hill.
- Farquhar, G.J. (1989). "Leachate: Production and Characteristics", Canadian Journal of Civil Engineering, 16: 317-325.
- Farquhar G. J., Rovers, F. A. "Gas production during refuse decomposition". Water, Air, and Soil Pollution December 1973, Volume 2, Issue 4, pp 483-495.
- Giraldo E., "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos", 1997.
- Ham, Robert K., and Morton A. Barlaz, "Measurement and Prediction of Landfill Gas Quality and Quantity" in Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact" ed. Chistensen, Thomas H., Cossu, Raffaello, and Stegmann, Rainer. (Academic Press, New York, 1989) p. 155-158
- Hillman, R.P., and Stark, T. D. 2001. Shear Strength Characteristics of Geomembrane/geosynthetic interfaces Geosynthetics international Vol 8 No.2.

- Hugins, M., and Harper, S. 1999. "Operational characteristics of two aerobic landfill systems". Paper Presented at The Seventh International Waste Management and Landfill Symposium in Sardinia, Italy, on October 4, 1999.
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. OPS/CEPIS/PUB/02.93. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Keenan, J.D., Steiner, R. L. and Fungaroli, A.A. (1984). "Landfill Leachate Treatment", WCPF, 56(1): 33-39.
- Koerner, R.M., Quian X., and Gray, D.H. 2002. "Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction". Prentice Hall.
- Koener, R. M., Martin, J.P. and Koener, G. R. 1986 "Shear Strength Parameters Between Geomembranes and Cohesive Soils, "Journal of Geotextiles and Geomembranes, Vol 4 No. 1 pp 21-30.
- Koener, R. M. 2003. "Selected Papers on the Design Decision of Using Peak Versus Residual Shear Strengths" Geosynthetic Research Institute Report number 29.
- Koerner M.R. 2005. "Designing with Geosynthetics" 5th edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Koerner R. M. and Soong T. 1998. "Analysis and design of Veneer Cover Soils" (Sixth International Conference on Geosynthetics)".
- "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje", Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2011).
- McBean, E.A., F.A. Rovers, and G.J. Farquhar. "Solid Waste Landfill Engineering and Design", New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- Norma UNE 104425:2001 "Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad(P.E.A.D)".
- Ramke, H.-G., 1991: Hydraulic Assessment and Calculation of Leachate Collection Systems of Sanitary Landfills - Water Balances, Hydraulic Characteristics and Methods of Calculation - Ph.D. thesis (Hydraulische Beurteilung und Dimensionierung der Basisentwässerung von Deponien fester Siedlungsabfälle - Wasserhaushalt, hydraulische Kennwerte, Berechnungsverfahren – Dissertation), Mitteilungen aus dem Leichtweiss-Institut für Wasserbau, Heft 114 Technische Universität Braunschweig.
- Ramke, H.-G., 2008: Leachate Collection Systems in: Witt, K. J.; Ramke, H.-G.; Telekes, G., Imre, E., 2008: 1st Middle European Conference on Landfill Technology International Conference, organised by the Technical Committee on Geotechnics of Landfills in the DGGT and the Hungarian National Committee of the SSMGE, Budapest, February 6- 8, 2008.

- Reinhart, D.R., and B. Al-Yousfi. "The Impact of Leachate Recirculation on Municipal Solid Waste Landfill Operating Characteristics". Waste Management & Research 14 (1996): p. 337-346.
- Rendra, S. 2007. Comparative study of biodegradation of municipal solid waste in simulated aerobic and anaerobic bioreactors landfills. UOttawa.
- Sarsby, R. W. (2000). Environmental Geotechnics. Tomas Telford Publishing
- Témez, J. R. (1987). “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas y medianas cuencas naturales”. Dirección General de Carreteras, Tecnología carreteras, MOPT, Madrid.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S., “Integrated Solid Waste Management” Mc Graw – Hill, 1996.
- United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC/CCNUCC. “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site, Version 04“. 2008.
- Vaid, Y.P. and Rinne, N., 1995, “Geomembrane Coefficients of Interface Friction”, Geosynthetics International, Vol. 2, No. 1. Pp 309-325.
- Vaquero Díaz, Iván. “Manual de diseño y construcción de vertedero de residuos sólidos urbanos”. U.D. Proyectos. E.T.S.I. Minas UPM. Madrid, 2004.
- Villón Bejar, Máximo, “HIDROLOGIA”, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola, Lima, Perú, 2002.
- Zekkos, D. Geotechnical Characterization, Field Measurement and Laboratory Testing of Municipal Solid Waste. Proceedings of the 2008 International Symposium on Waste Mechanics. ASCE 2008.