



**REMEDIACIÓN DE BASURAL A CIELO ABIERTO PERICO
Y BCA SATELITES**

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

LOTE 1: REMEDIACIÓN BCA PERICO + CELDA DE SEGURIDAD

Agosto 2025

Índice

1. MARCO TÉCNICO PARTICULAR DEL LOTE 1	7
1.1. Objeto y alcance específico del Lote 1	7
1.2. Marco de referencia técnica específica (ingeniería conceptual)	8
1.2.1. Base técnica específica del Lote 1	8
1.2.2. Responsabilidades específicas del oferente	9
1.3. Características técnicas del BCA Perico	10
1.3.1. Características generales del sitio	10
1.3.2. Sectorización técnica del BCA	12
1.3.3. Condiciones geotécnicas del sitio	13
1.4. Requisitos de precedencia técnica	16
1.4.1. Secuenciación obligatoria del proyecto	16
1.4.2. Hitos técnicos de habilitación	17
1.4.3. Capacidad de recepción garantizada	17
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA ESPECÍFICA DEL LOTE 1	19
2.1. Componentes técnicos del Lote 1	19
2.1.1. Sistema de confinamiento controlado	19
2.1.2. Sistema de impermeabilización multicapa	20
2.1.3. Sistema de drenaje y gestión de lixiviados	21
2.2. Remediación específica del BCA Perico	21
2.2.1. Estrategia integral de remediación	21
2.2.2. Metodología de remoción por sectores	22
2.2.3. Gestión de suelos contaminados	25
2.3. Interfaces técnicas con otros lotes	26
2.3.1. Secuenciación de lotes y coordinación operativa	26
2.3.2. Capacidad operativa diferenciada y gestión de volados	26

2.3.3. Capacidades específicas por lote	27
2.4. Monitoreo ambiental y controles durante la ejecución del contrato	28
2.4.1. Red de monitoreo de aguas subterráneas.....	28
2.4.2. Programa de monitoreo ambiental.....	28
2.4.3. Control y gestión de lixiviados	28
2.4.4. Sistemas de revegetación y control de erosión	29
2.4.5. Control de vectores y aspectos sanitarios	29
2.4.6. Documentación y reportes técnicos	29
2.4.7. Responsabilidades temporales del Contratista	30
3. ESTUDIOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS DEL LOTE 1.....	31
3.1. Relevamiento topográfico detallado.....	31
3.1.1. Especificaciones técnicas del relevamiento.....	31
3.1.2. Productos del relevamiento requeridos.....	32
3.1.3. Coordinación con otros estudios.....	33
3.2. Estudios geotécnicos para celda de seguridad	34
3.2.1. Programa de investigación geotécnica complementaria.....	34
3.2.2. Ensayos de laboratorio específicos	35
3.2.3. Análisis de estabilidad y capacidad portante	36
3.3. Estudios hidrológicos e hidrogeológicos	36
3.3.1. Estudios hidrológicos de superficie.....	36
3.3.2. Estudios hidrogeológicos específicos	37
3.3.3. Diseño de red de monitoreo.....	38
3.4. Caracterización de residuos del BCA Perico.....	38
3.4.1. Metodología de caracterización simplificada	39
3.4.2. Categorías de clasificación operativa	39
3.4.3. Estimación de volúmenes por categoría	40
3.4.4. Parámetros operativos básicos.....	40

4. ETAPA DE PRE-CLAUSURA	42
4.1. Control de acceso y funcionamiento de MET Perico	42
4.1.1. Coordinación institucional para autorización de inicio	42
4.1.2. Establecimiento del sistema de control de acceso	42
4.1.3. Sistema de trazabilidad de residuos entre lotes	43
4.1.4. Protocolos operativos de control.....	43
4.1.5. Instalación de báscula para control de pesaje	44
4.2. Diseño del plan de clausura del BCA Perico	44
4.2.1. Elaboración del plan técnico detallado.....	44
4.2.2. Especificaciones de equipos y metodologías	45
4.2.3. Metodología de sellado y obras complementarias.....	45
4.3. Establecimiento del cordón sanitario.....	45
4.3.1. Objetivos del cordón sanitario.....	45
4.3.2. Componentes del cordón sanitario	46
4.3.3. Especificaciones de productos y métodos	46
4.3.4. Sistema de trampas y monitoreo	47
4.4. Señalización y delimitación del área de trabajo	47
4.5. Construcción de pozos de monitoreo de aguas subterráneas	47
4.5.1. Diseño de la red de monitoreo.....	47
4.5.2. Especificaciones técnicas de construcción	48
4.5.3. Establecimiento de línea base	48
4.5.4. Protocolos de muestreo	49
5. ETAPA DE CLAUSURA	50
5.1. Construcción de cerco y portón de acceso a celda de seguridad:	50
5.2. Diseño y construcción de celda de seguridad	51
5.2.1. Preparación del sitio de construcción	51
5.2.2. Construcción del sistema de fundación	51
5.2.3. Construcción de bermas perimetrales	52

5.2.4. Instalación del sistema de impermeabilización	52
5.3. Construcción de drenes para colección de lixiviados	53
5.3.1. Sistema de drenaje tipo "espina de pescado"	53
5.3.2. Especificaciones técnicas del sistema	54
5.3.3. Torre de extracción y bombeo	55
5.4. Recolección y disposición de residuos del BCA Perico	55
5.4.1. Metodología de remoción sistemática.....	55
5.4.2. Gestión de suelos contaminados	56
5.4.3. Transporte y disposición en celda	56
5.5. Recepción de residuos provenientes de basurales satélites	56
5.5.1. Coordinación operativa con otros lotes.....	56
5.5.2. Protocolos de recepción y control	57
5.5.3. Gestión de residuos volados durante recepción	57
5.5.4. Infraestructura de acceso y áreas de maniobras para recepción de residuos externos	58
5.6. Metodología de disposición y compactación de residuos	59
5.6.1. Procedimientos de disposición controlada	59
5.6.2. Compactación controlada	60
5.7. Cobertura final de los residuos.....	60
5.7.1. Sistema de cobertura multicapa	60
5.7.2. Capa de ecualización.....	60
5.7.3. Capa impermeabilizante de baja permeabilidad	61
5.7.4. Capa de suelo vegetal para revegetación.....	62
5.7.5. Construcción y control de calidad del sistema	62
5.8. Colocación de vegetación autóctona	64
5.8.1. Objetivos de la revegetación.....	64
5.8.2. Barrera forestal perimetral	64
5.8.3. Revegetación de la cobertura final	65

5.8.4. Plantación de vetiver en taludes específicos	66
5.8.5. Reposición de suelo en depresiones por remediación	66
5.8.6. Cronograma y mantenimiento de la revegetación	67
5.9. Construcción de canales perimetrales de guarda.....	67
5.9.1. Diseño del sistema de drenaje perimetral.....	67
5.9.2. Especificaciones constructivas	68
6. ETAPA DE POST-CLAUSURA.....	69
6.1. Responsabilidades del Contratista durante post-clausura	69
6.1.1. Alcance de responsabilidades contractuales	69
6.1.2. Plan de monitoreo bajo responsabilidad contractual.....	69
6.1.3. Mantenimiento de infraestructura bajo responsabilidad contractual	70
6.2. Traspaso de responsabilidades post-recepción definitiva.....	70
6.2.1. Finalización de responsabilidades contractuales	70
6.2.2. Planificación del monitoreo a largo plazo.....	70
6.3. Informes y documentación durante responsabilidad contractual	71
6.3.1. Informes trimestrales del Contratista	71
6.3.2. Documentación para traspaso de responsabilidades	71
6.4. Criterios para recepción definitiva y finalización de responsabilidades	71
6.4.1. Criterios técnicos para recepción definitiva.....	71
6.4.2. Criterios ambientales y sanitarios	72
6.4.3. Documentación requerida para recepción definitiva	72
6.5. Disposiciones finales sobre responsabilidades.....	72
6.5.1. Delimitación clara de responsabilidades.....	72
6.5.2. . Continuidad del control ambiental.....	72

1. MARCO TÉCNICO PARTICULAR DEL LOTE 1

1.1. Objeto y alcance específico del Lote 1

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece los requerimientos específicos, metodologías especializadas y criterios técnicos aplicables a la ejecución del Lote 1 del proyecto integral de remediación de basurales a cielo abierto. Este lote constituye el componente central y estratégico de toda la intervención, ya que combina la remediación integral del Basural a Cielo Abierto de Perico con la construcción de la infraestructura de disposición final que servirá como centro de recepción para todos los residuos del proyecto.

La importancia estratégica del Lote 1 radica en que debe funcionar como el núcleo operativo del sistema integral de remediación, proporcionando la capacidad técnica necesaria para recibir, confinar y gestionar de manera ambientalmente segura todos los residuos que serán removidos de los diferentes basurales incluidos en los Lotes 2 y 3. Esta responsabilidad técnica requiere que la ejecución del Lote 1 mantenga los más altos estándares de ingeniería ambiental y que todas sus componentes operen de manera coordinada y eficiente.

El alcance técnico específico del Lote 1 comprende las siguientes actividades principales:

- La remediación completa del Basural a Cielo Abierto de Perico, que actualmente ocupa una superficie de 21,4 hectáreas distribuidas en nueve sectores diferenciados, con un volumen total estimado de 37.243 m³ de residuos que deberán ser removidos, transportados y dispuestos de manera controlada. Esta remediación incluye no solamente la remoción de los residuos visibles en superficie, sino también la extracción de suelos contaminados y la restauración ambiental del área original.
- La construcción de una celda de seguridad con capacidad mínima de 230.000 m³, dimensionada para recibir todos los residuos del proyecto integral, incluyendo teóricamente otros basurales pequeños que pudieran identificarse durante el desarrollo de los trabajos. Esta infraestructura deberá cumplir con todos los requerimientos técnicos establecidos para el confinamiento seguro de residuos, incluyendo sistemas de impermeabilización, drenaje de lixiviados y monitoreo ambiental.
- La implementación de sistemas de control ambiental que aseguren la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y la prevención de impactos sobre la flora y fauna del área. Estos sistemas incluyen redes de monitoreo de aguas subterráneas, sistemas de colección de lixiviados y protocolos de control de vectores sanitarios.
- La habilitación operativa de la celda de seguridad para recepción de residuos externos provenientes de los otros lotes, estableciendo protocolos de recepción, control de calidad y trazabilidad que aseguren el manejo apropiado de todos los materiales que ingresen a la instalación.

1.2. Marco de referencia técnica específica (ingeniería conceptual)

El presente documento corresponde a una ingeniería conceptual específicamente desarrollada para el Lote 1, estableciendo los lineamientos técnicos fundamentales que deberán ser verificados, ajustados y desarrollados en detalle por el Oferente adjudicatario mediante la elaboración de la ingeniería ejecutiva correspondiente. Esta condición de ingeniería conceptual implica que todos los parámetros de diseño, especificaciones técnicas y procedimientos aquí establecidos constituyen referencias orientativas que deberán ser validadas mediante estudios específicos y ajustadas según las condiciones reales encontradas durante la ejecución.

1.2.1. Base técnica específica del Lote 1

La ingeniería conceptual del Lote 1 se fundamenta en estudios técnicos preliminares que han proporcionado información valiosa sobre las características del sitio y la viabilidad técnica de las intervenciones propuestas. Estos estudios constituyen la base técnica mínima que deberá ser complementada y verificada por el Contratista mediante investigaciones adicionales.

El relevamiento topográfico preliminar, realizado mediante tecnología de drones equipados con sistemas de georreferenciación precisa, ha permitido generar modelos digitales del terreno y de superficie con la precisión necesaria para la planificación general del proyecto. Este relevamiento ha proporcionado información sobre curvas de nivel, pendientes del sitio y características topográficas generales que han servido para el diseño conceptual de la celda de seguridad y la planificación de las actividades de remediación.

Los estudios geotécnicos realizados mediante 3 sondeos DPSH hasta 4 metros de profundidad han proporcionado información preliminar sobre las características del subsuelo, identificando la presencia de gravas mal graduadas con arena en la mayor parte del área y un estrato de arenas limosas en el sector del Sondeo 2. Esta información sirvió para establecer los criterios conceptuales de diseño de la fundación de la celda de seguridad.

La caracterización preliminar de residuos del BCA Perico, realizada mediante inspección visual y estimaciones volumétricas, ha permitido establecer una composición heterogénea que incluye aproximadamente 70% de residuos sólidos urbanos, 20% de residuos orgánicos y 10% de materiales inertes. Esta caracterización ha servido para definir los criterios conceptuales de manejo y disposición de los residuos.

Los estudios hidrológicos preliminares han identificado el río Perico como el elemento hidrográfico dominante del área, estableciendo la necesidad de implementar medidas específicas de protección considerando su proximidad al sitio del proyecto. No se ha detectado presencia de nivel freático en los sondeos ejecutados, condición favorable para la construcción de la celda de seguridad.

1.2.2. Responsabilidades específicas del oferente

El Oferente adjudicatario del Lote 1 asumirá la responsabilidad técnica completa del desarrollo de la ingeniería ejecutiva, siendo obligatoria la verificación y eventual ajuste de todos los parámetros de diseño establecidos en esta ingeniería conceptual. Esta responsabilidad incluye la realización de estudios complementarios que sean necesarios para garantizar la viabilidad técnica y la seguridad de todas las intervenciones propuestas.

La verificación de la información técnica proporcionada deberá realizarse mediante estudios específicos que incluyan, como mínimo, la actualización del relevamiento topográfico con la precisión requerida para la construcción, la realización de estudios geotécnicos complementarios para el diseño detallado de la fundación de la celda, y la caracterización detallada de los residuos existentes mediante protocolos estandarizados.

El dimensionamiento definitivo de la celda de seguridad constituye una responsabilidad del Oferente, quien deberá garantizar que la capacidad real de la infraestructura sea suficiente para recibir todos los residuos del proyecto, considerando factores de compactación, densidades reales de los materiales y volúmenes adicionales para material de cobertura. La capacidad mínima establecida de 230.000 m³ deberá ser verificada y ajustada según los resultados de los estudios detallados.

El desarrollo de la ingeniería de detalle para todos los sistemas de la celda de seguridad requerirá cálculos específicos que incluyan el diseño hidráulico del sistema de drenaje de lixiviados, el dimensionamiento estructural de las bermas de contención, la especificación detallada del sistema de impermeabilización y el diseño de la red de monitoreo ambiental.

La elaboración de protocolos operativos para la recepción de residuos externos constituye un aspecto fundamental que deberá desarrollar el Oferente, estableciendo procedimientos detallados para el control de calidad, pesaje, clasificación y disposición de todos los materiales que ingresen a la celda desde los otros lotes del proyecto.



1.3. Características técnicas del BCA Perico

1.3.1. Características generales del sitio

El Basural a Cielo Abierto de Perico, seleccionado como sitio de emplazamiento de la celda de seguridad, presenta características técnicas específicas que han sido determinantes para su elección como centro de disposición final del proyecto integral. La ubicación estratégica del sitio, en el departamento El Carmen de la provincia de Jujuy, a aproximadamente 4,5 kilómetros del centro urbano de la ciudad de Perico, proporciona condiciones favorables de accesibilidad y distancia apropiada de centros poblados.



Imagen 1 - BCA Perico – Ubicación general

El basural ocupa actualmente una superficie total de 21,4 hectáreas, caracterizadas por una topografía con pendiente general hacia el río Perico. Esta configuración topográfica resulta favorable para el diseño de la celda de seguridad, ya que permite el manejo gravitacional de escurrimientos superficiales y facilita la construcción de sistemas de drenaje eficientes.

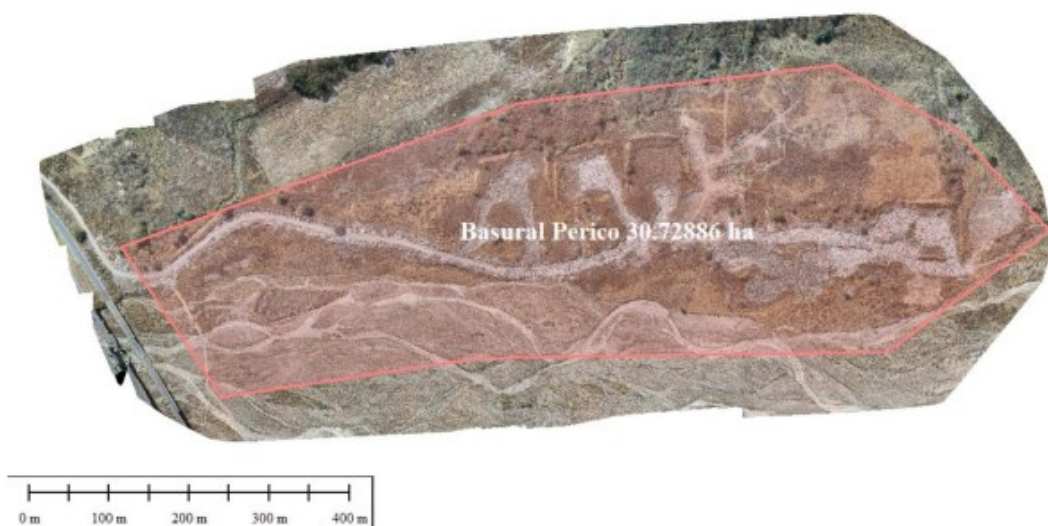


Imagen 2 – BCA Perico - Tamaño aproximado

La proximidad al río Perico, ubicado a una distancia mínima de 50 metros del límite sur del predio, constituye tanto una oportunidad como un desafío técnico. Por un lado, proporciona un receptor

natural para el manejo de aguas pluviales tratadas; por otro, requiere la implementación de medidas específicas de protección para prevenir cualquier impacto sobre la calidad del recurso hídrico.

1.3.2. Sectorización técnica del BCA

Los relevamientos técnicos realizados han permitido identificar una distribución específica de residuos en el BCA Perico, estableciendo para su análisis preliminar nueve zonas diferenciadas que presentan características particulares en cuanto a volúmenes, tipos de residuos y condiciones de accesibilidad. Esta sectorización técnica se realizó para la planificación detallada de las actividades de remediación y para la coordinación con la construcción de la celda de seguridad.



Imagen 3 - BCA Perico - Zonificación

Volumenes de residuos sueltos				
Zona	Sup [ha]	Espesor	Vol [m3]	Descripcion
1	1,41	0,75	1.058	Camino
2	1,25	0,3	3.750	Camino
3	0,95	1,05	5.985	Playon
4	0,72	0,7	5.040	Playon
5	0,76	0,65	4.940	Playon
6	0,63	0,4	2.520	Playon
7	0,89	0,55	4.895	Playon
8	1,29	0,55	7.095	Playon
9	0,56	0,35	1.960	Playon
Total residuos dispersos			37.243 m3	

Tabla 1 - Distribución del BCA Perico - Volúmenes de residuos

De las nueve zonas identificadas, dos corresponden a sectores de circulación y caminos que presentan acumulaciones de residuos de menor espesor pero distribuidas en áreas extensas. Estas zonas incluyen el camino de ingreso (Zona 1) con 1,41 hectáreas y un volumen estimado de 1.058 m³, y el camino principal de distribución (Zona 2) con 1,25 hectáreas y 3.750 m³ de residuos dispersos.

Las siete zonas restantes constituyen los playones principales de descarga, donde se concentra la mayor parte del volumen de residuos. Estas zonas presentan superficies que varían entre 0,56 y 1,29 hectáreas cada una, con espesores de residuos que oscilan entre 0,35 y 1,05 metros y volúmenes individuales que van desde 1.960 m³ hasta 7.095 m³ por sector.

La caracterización de los residuos presentes indica una composición heterogénea típica de basurales a cielo abierto municipales, que incluye residuos domiciliarios, residuos de poda y jardinería, residuos comerciales y de mercados, y residuos de construcción y demolición en menores proporciones. Una característica particular observada es la evidencia de quema de residuos en varios sectores, práctica que ha modificado significativamente las características físicas de los materiales, reduciendo su volumen y aumentando su densidad.

1.3.3. Condiciones geotécnicas del sitio

Las características geotécnicas del sitio del BCA Perico han sido evaluadas mediante estudios preliminares que proporcionan información fundamental para el diseño de la celda de seguridad. El perfil estratigráfico identificado muestra una composición principalmente de depósitos aluviales y coluviales, coherente con la ubicación del sitio en la margen izquierda del río Perico.

Punto	Coordenadas Geográficas [DMS]		Cota Aproximada [m.s.n.m.]
DPSH-01	24°21'52.41"S	65° 5'38.73"O	918
DPSH-02	24°21'47.43"S	65° 5'33.98"O	915
DPSH-03	24°21'51.97"	65° 5'27.81"O	908

Tabla 2 - Tabla de coordenadas de muestreos dentro de BCA Perico

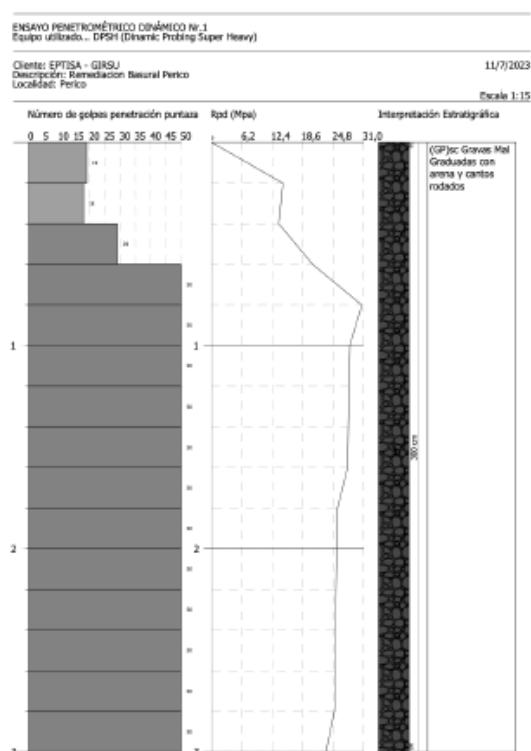


Imagen 4 - Estudios geotécnicos - Distribución estratigráfica del suelo en DPSH-01

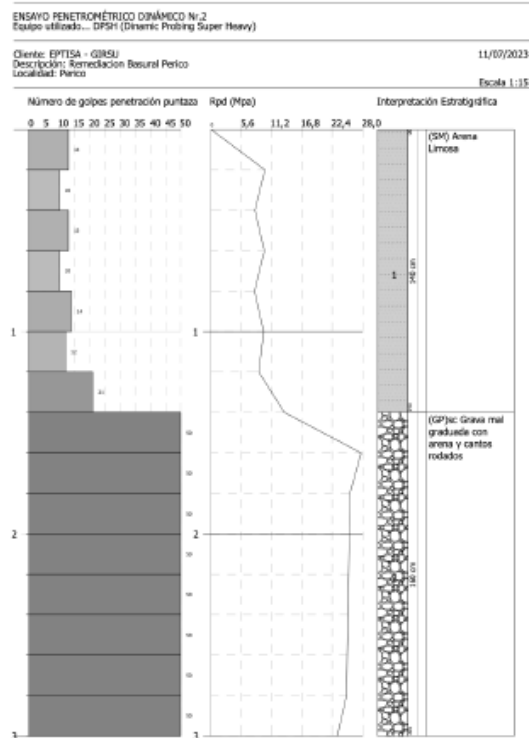


Imagen 5- Estudios geotécnicos - Distribución estratigráfica del suelo en DPSH-02

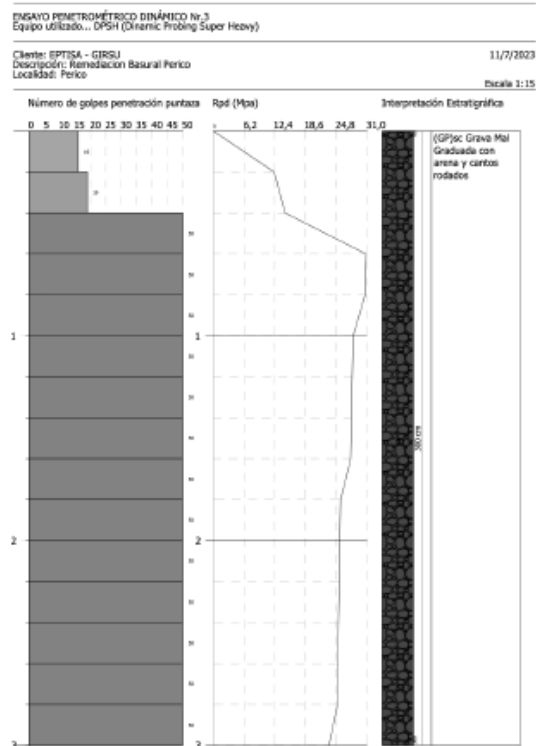


Imagen 6- Estudios geotécnicos - Distribución estratigráfica del suelo en DPSH-03

En los sectores correspondientes a los Sondeos 1 y 3, los suelos se encuentran conformados por gravas mal graduadas con arena y cantos rodados, clasificadas como tipo (GP)_{sc} según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Estos materiales presentan características de alta densidad y excelente capacidad portante, condiciones favorables para la fundación de la celda de seguridad y las obras complementarias.

El sector del Sondeo 2 presenta características diferenciadas, con un estrato superficial de arenas limosas tipo SM de densidad media y espesor variable de aproximadamente 1,60 metros. Los ensayos de laboratorio han determinado una permeabilidad media de $K_{sat} = 1,0 \times 10^{-5}$ cm/s para este estrato, valor que corresponde a una permeabilidad en el rango medio según las clasificaciones técnicas estándar.

Una condición particularmente favorable identificada es la ausencia de nivel freático en los sondeos ejecutados hasta la profundidad explorada de 4 metros. Esta condición reduce significativamente el riesgo de contaminación directa de aguas subterráneas y facilita las condiciones constructivas de la celda de seguridad, aunque no elimina la necesidad de implementar sistemas de impermeabilización y monitoreo.

1.4. Requisitos de precedencia técnica

1.4.1. Secuenciación obligatoria del proyecto

El Lote 1 debe ejecutarse con precedencia técnica absoluta respecto a los Lotes 2 y 3, estableciendo una secuenciación obligatoria que garantice la disponibilidad de infraestructura de disposición final antes del inicio de las actividades de remediación en los otros basurales. Esta precedencia no es solamente operativa sino técnicamente indispensable, ya que la falta de capacidad de disposición final adecuada comprometería la viabilidad ambiental de todo el proyecto.

La secuenciación técnica establecida requiere el cumplimiento de hitos específicos que deben ser certificados por la Inspección antes de autorizar el avance a las siguientes etapas. Estos hitos constituyen puntos de control técnico que aseguran que cada componente del sistema esté operativo antes de incrementar la complejidad operativa del proyecto.

Tabla 3 Cronograma de Ejecución de tareas por lote

[illegible]

1.4.2. Hitos técnicos de habilitación

Hito 1 - Construcción completa de la celda de seguridad: La celda debe estar completamente construida, incluyendo todos sus sistemas de impermeabilización y drenaje de lixiviados, con verificación técnica de su funcionamiento mediante ensayos específicos. Este hito incluye la certificación de la integridad del sistema de impermeabilización mediante pruebas de estanqueidad y la verificación del funcionamiento del sistema de drenaje de lixiviados.

Hito 2 - Habilitación operativa para recepción: La celda debe demostrar capacidad operativa para recibir residuos, con todos los sistemas de control y monitoreo funcionando correctamente. Esto incluye contar con un sistema de pesaje en sitio, que podrá ser de carácter transitorio, protocolos de recepción implementados, personal capacitado en funciones y sistemas de emergencia verificados.

Hito 3 - Coordinación con GIRSU Jujuy SE: Debe estar establecida la coordinación operativa con GIRSU Jujuy SE para la gestión de lixiviados, incluyendo protocolos de extracción, transporte y tratamiento en el Centro Ambiental Jujuy. Esta coordinación debe incluir la verificación de capacidades de tratamiento y establecimiento de frecuencias de retiro.

1.4.3. Capacidad de recepción garantizada

La celda de seguridad del Lote 1 debe garantizar capacidad técnica para recibir todos los residuos del proyecto integral, estableciendo una capacidad operativa que permita el manejo simultáneo de residuos provenientes de diferentes fuentes sin comprometer la seguridad ambiental de las operaciones.

La capacidad mínima garantizada de 230.000 m³ ha sido establecida considerando los volúmenes identificados en los relevamientos preliminares de todos los basurales incluidos en el proyecto y manteniendo un factor de seguridad. Sin embargo, el Oferente deberá verificar estos

volúmenes mediante relevamientos actualizados y ajustar el diseño de la celda según sea necesario para garantizar capacidad suficiente.

La capacidad operativa diaria debe permitir como mínimo la recepción de 1500 m³/día provenientes de los otros basurales, pudiendo incluso duplicarse cuando comiencen las tareas de remediación en los lotes 2 y 3. Esta capacidad operativa requiere dimensionamiento apropiado de áreas de maniobra, equipos de disposición final de residuos y sistemas de control.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA ESPECÍFICA DEL LOTE 1

2.1. Componentes técnicos del Lote 1

El Lote 1 del proyecto integral de remediación constituye un sistema técnico complejo que integra múltiples componentes especializados, cada uno diseñado para cumplir funciones específicas dentro del esquema general de confinamiento controlado y disposición final segura de residuos. La complejidad técnica de este lote radica en que debe funcionar simultáneamente como sistema de remediación del basural existente y como infraestructura de recepción para residuos externos, requiriendo una coordinación operativa precisa entre todos sus elementos.

La integración de estos componentes debe asegurar que las actividades de remediación del BCA Perico se desarrollen de manera coordinada con la construcción y puesta en operación de la celda de seguridad, permitiendo que los residuos removidos del sitio original sean los primeros en ser dispuestos en la nueva infraestructura. Esta secuenciación técnica optimiza el uso de recursos y minimiza los riesgos ambientales durante la transición entre la situación actual y la configuración final del proyecto.

2.1.1. Sistema de confinamiento controlado

El sistema de confinamiento controlado constituye el elemento técnico central del Lote 1, diseñado para proporcionar una solución definitiva y ambientalmente segura para la disposición de todos los residuos del proyecto. Este sistema se basa en el principio de aislamiento múltiple, donde diversas barreras físicas y sistemas de control trabajan de manera coordinada para prevenir la liberación de contaminantes al ambiente.

La celda de seguridad tendrá una superficie aproximada de 3,5 hectáreas y estará dimensionada para una capacidad mínima de 230.000 m³ de residuos compactados. Las dimensiones definitivas de la celda serán establecidas por el Oferente mediante estudios detallados que consideren la topografía específica del sitio, las características geotécnicas del suelo de fundación y los requerimientos operativos para el manejo eficiente de residuos.

BCA	Tipo residuos	Superficie Afectada (ha)	Volumen Estimado (m³)	Residuos de construccion	Densidad Estimada (ton/m³)	Peso Estimado (ton)	Volumen estimado compactado [m3]	Lote
Perico	Residuos amontonados y dispersos	21,4	37.243	3.724	0,8	26.815	29794	Lote 1
	Suelos contaminados	21,4	5.765		1,3	7.495	4435	Lote 2
Monterrico	Residuos amontonados	6,3	35.371	3.537	0,5	15.917	17686	
	Suelos contaminados	6,3	6.300		1,3	8.190	4846	
San Antonio/El Carmen	Residuos dispersos/ amontonados	4,8	200		1	60	200	Lote 3
Chanchillos	Residuos amontonados	24,7	157.564	15.756	0,5	70.904	78782	
	Residuos dispersos	19,3						
	Suelos contaminados	24,7	12.350		1,3	16.055	9500	
TOTAL			254.793		-	145.435	145.243	

Tabla 4 - Volúmenes de residuos por lote

La configuración geométrica de la celda contempla bermas perimetrales de contención construidas con suelos seleccionados de la zona, que actuarán como soporte estructural para los residuos dispuestos. Estas bermas contarán con un ancho de coronamiento de 2,50 metros, dimensión que permitirá la circulación de vehículos en un sentido cuando sea necesario y proporcionará el anclaje apropiado para el sistema de impermeabilización.

Las pendientes de los taludes finales no excederán la relación 1:5 (equivalente al 20%), criterio establecido para garantizar la estabilidad geotécnica a largo plazo de la estructura. El Oferente deberá realizar análisis de estabilidad específicos que confirmen la seguridad de estas pendientes considerando las características de los materiales de construcción y las condiciones de carga durante la vida útil de la instalación.

2.1.2. Sistema de impermeabilización multicapa

El sistema de impermeabilización de la celda de seguridad constituye la barrera primaria para la protección de los recursos hídricos subterráneos, requiriendo especial atención durante su diseño, construcción y verificación. Este sistema se implementará mediante una configuración multicapa que combina barreras naturales y sintéticas para asegurar una protección integral contra la infiltración de lixiviados.

La impermeabilización se realizará mediante la instalación de una membrana de polietileno de alta densidad (PEAD) con un espesor mínimo de 1.500 micrones, material que deberá cumplir con especificaciones técnicas específicas para aplicaciones de confinamiento de residuos. Esta membrana será colocada y termofusionada en obra por personal especializado y debidamente certificado, garantizando la estanqueidad completa del sistema mediante soldaduras que cumplan con estándares internacionales de calidad.

La diferenciación en el tipo de membrana responderá a las necesidades específicas de cada sector de la celda, optimizando el comportamiento del sistema según las condiciones particulares

de cada zona. En las zonas de fondo de celda y áreas con pendientes menores, se empleará una membrana lisa en ambas caras, configuración que facilita la instalación y proporciona excelentes características de impermeabilización. En las bermas, taludes y hasta una distancia de 15 metros desde las bermas hacia el fondo de celda, se utilizará una membrana texturada en ambas caras, especificación que busca lograr un mejor apoyo y adherencia sobre el terreno inclinado.

2.1.3. Sistema de drenaje y gestión de lixiviados

Para el manejo integral de los lixiviados que se generarán en la celda de seguridad durante su operación y después de su clausura, se implementará un sistema de drenaje especializado que asegure la recolección eficiente y el tratamiento apropiado de estos efluentes. El diseño de este sistema debe considerar no solamente las condiciones de operación normal, sino también eventos climáticos extremos y variaciones en la generación de lixiviados a lo largo del tiempo.

El sistema de drenaje se construirá en el fondo de la celda, sobre la capa de protección mecánica de la membrana de PEAD, adoptando una configuración tipo "espina de pescado" que optimice la recolección de lixiviados en toda la superficie de la celda. Esta configuración consiste en una red de drenes principales y secundarios que conducen los efluentes hacia puntos específicos de extracción, desde donde serán manejados mediante sistemas de bombeo hacia instalaciones de tratamiento externo.

Los lixiviados extraídos de la celda serán gestionados mediante coordinación directa con GIRSU Jujuy SE, entidad responsable de la operación del Centro Ambiental Jujuy donde estos efluentes recibirán el tratamiento especializado correspondiente. Esta gestión requerirá el establecimiento de protocolos específicos de coordinación que aseguren la frecuencia apropiada de retiro, el cumplimiento de requisitos de calidad para el transporte y el tratamiento adecuado según las características de los lixiviados generados.

El transporte de lixiviados se realizará mediante camiones cisterna habilitados para este tipo de efluentes, siguiendo rutas autorizadas y cumpliendo con toda la normativa aplicable para el transporte de residuos líquidos. La frecuencia de retiro será establecida según la generación real de lixiviados, que variará según las condiciones climáticas, el avance del llenado de la celda y las características de los residuos dispuestos.

2.2. Remediación específica del BCA Perico

2.2.1. Estrategia integral de remediación

La remediación del BCA Perico debe desarrollarse siguiendo una estrategia integral que considere no solamente la remoción de los residuos visibles en superficie, sino también la

eliminación de la contaminación del suelo subyacente y la restauración de las condiciones ambientales apropiadas en el área. Esta estrategia debe coordinarse estrechamente con la construcción de la celda de seguridad, optimizando el uso del espacio disponible y minimizando las interferencias entre las diferentes actividades.

La estrategia de remediación adoptada se basa en el principio de sectorización operativa, dividiendo el área total del basural en sectores de trabajo que puedan ser abordados de manera secuencial, permitiendo el avance ordenado de las actividades y facilitando el control de calidad de las operaciones. Esta sectorización debe considerar tanto los aspectos técnicos (volúmenes de residuos, accesibilidad, características del terreno) como los aspectos operativos (disponibilidad de equipos, secuenciación con la construcción de la celda, minimización de impactos ambientales).

La secuenciación de la remediación priorizará aquellos sectores que no interfieran con la construcción de la celda de seguridad, permitiendo que ambas actividades se desarrollen de manera simultánea en la medida de lo posible. Esta coordinación temporal es fundamental para optimizar los recursos del proyecto y minimizar el tiempo total de ejecución, considerando que la remediación de algunos sectores del BCA Perico puede iniciarse antes de que la celda esté completamente terminada.

2.2.2. Metodología de remoción por sectores

La metodología de remoción de residuos variará según las características específicas de cada sector identificado en el BCA Perico, adaptando las técnicas y equipos empleados a las condiciones particulares de volumen, tipo de residuos, accesibilidad y proximidad a áreas sensibles. Esta adaptación metodológica asegura la eficiencia operativa y minimiza los impactos ambientales durante las actividades de remoción.

Para los sectores correspondientes a caminos y áreas de circulación (Zonas 1 y 2), donde los residuos se encuentran dispersos en capas de menor espesor, se podrá emplear una metodología que combine remoción mecánica para las concentraciones mayores y recolección manual para los residuos dispersos. Esta metodología permitirá la recuperación exhaustiva de materiales en áreas donde el acceso de maquinaria pesada podría resultar dificultoso o generar impactos adicionales.



Imagen 7 – BCA Perico -Camino de ingreso. Residuos sobre camino



Imagen 8 – BCA Perico - Camino de ingreso. Playón de descarga

Para los playones principales de descarga (Zonas 3 a 9), donde se concentran los mayores volúmenes de residuos, se podrá implementar una metodología de remoción mecánica sistemática empleando equipos especializados para el manejo de residuos. Esta metodología incluirá la separación preliminar de materiales reciclables de gran tamaño, la carga controlada en vehículos de transporte y el manejo apropiado de residuos que puedan requerir tratamiento especial debido a sus características.



Imagen 9 – BCA Perico - Imagen satelital 09/06/2017. Playones de descarga

La remoción mecánica se podrá realizar siguiendo un patrón sistemático que avance desde los límites exteriores de cada sector hacia el centro, metodología que minimiza la dispersión de residuos durante las operaciones y facilita el control de calidad del proceso. Este patrón de avance también facilita el control de vectores sanitarios y la implementación de medidas de mitigación ambiental durante las actividades.

2.2.3. Gestión de suelos contaminados

La gestión de los suelos contaminados de la remediación del BCA Perico, requerirá la implementación de criterios técnicos específicos para determinar la extensión de la contaminación, establecer las profundidades de remoción apropiadas y verificar la efectividad de las actividades de saneamiento. Esta gestión debe asegurar que las áreas remediadas queden en condiciones apropiadas.

La profundidad de remoción de suelos contaminados será establecida mediante criterios técnicos que consideren tanto la inspección visual como los resultados de análisis de laboratorio. Como criterio general, se establecerá una profundidad mínima de remoción que deberá ser ajustada según las condiciones específicas encontradas en cada sector y verificada mediante muestreo de suelos remanentes.

La verificación de la efectividad de la remoción de suelos contaminados se realizará mediante muestreo sistemático del suelo remanente, empleando protocolos estandarizados que aseguren la representatividad de las muestras y la confiabilidad de los resultados analíticos. Los parámetros de análisis incluirán aquellos indicadores más apropiados para evaluar la presencia

de contaminación residual, considerando las características de los residuos que estuvieron presentes en cada sector.

Los suelos contaminados removidos serán gestionados como parte integral del sistema de residuos del proyecto, siendo transportados y dispuestos en la celda de seguridad junto con los demás materiales del basural. Esta gestión integrada optimiza el uso de la capacidad de la celda y asegura el confinamiento apropiado de todos los materiales contaminados.

2.3. Interfaces técnicas con otros lotes

2.3.1. Secuenciación de lotes y coordinación operativa

La celda de seguridad del Lote 1 debe funcionar como centro de recepción para todos los residuos que serán removidos de los basurales incluidos en los Lotes 2 y 3, pero con una secuenciación técnica que optimice las capacidades operativas y minimice las interferencias entre las diferentes actividades. La nueva secuenciación establece que el Lote 2 (BCA Monterrico + El Carmen/San Antonio) puede desarrollarse de manera coordinada con las actividades del Lote 1, mientras que el Lote 3 (BCA Chanchillos) se ejecutará una vez finalizados completamente los Lotes 1 y 2.

Esta secuenciación responde a consideraciones técnicas específicas relacionadas con los volúmenes de residuos involucrados y las capacidades operativas de la celda de seguridad. Los basurales del Lote 2 presentan volúmenes relativamente menores que pueden ser manejados de manera simultánea con las actividades de remediación del BCA Perico, mientras que el volumen significativo del BCA Chanchillos requiere dedicación operativa completa para asegurar el manejo eficiente y seguro de estos materiales.

Coordinación Lote 1 - Lote 2: La coordinación operativa entre los Lotes 1 y 2 permitirá optimizar el uso de la infraestructura de la celda de seguridad y los recursos humanos y técnicos del proyecto. Los residuos provenientes del BCA Monterrico y del BCA El Carmen/San Antonio podrán ser recibidos en la celda una vez que ésta alcance su capacidad operativa básica, sin necesidad de esperar la finalización completa de la remediación del BCA Perico.

Secuenciación Lote 3: El BCA Chanchillos, con sus 44 hectáreas de superficie afectada y volúmenes significativos de residuos, requerirá la disponibilidad completa de la celda de seguridad y la dedicación total de los recursos operativos para asegurar el cumplimiento de los plazos y la calidad de las operaciones. Por esta razón, las actividades del Lote 3 se iniciarán únicamente después de la finalización completa de los Lotes 1 y 2.

2.3.2. Capacidad operativa diferenciada y gestión de volados

La capacidad operativa de la celda debe dimensionarse considerando no solamente la recepción de residuos de otros lotes, sino también la implementación de medidas específicas para el control de residuos volados que puedan generarse durante las operaciones de disposición. Esta consideración es fundamental para mantener las condiciones ambientales apropiadas en el área circundante y cumplir con los requerimientos de protección ambiental del proyecto.

Gestión integral de residuos volados: Durante las operaciones de la celda de seguridad, especialmente durante las actividades de descarga, extendido y compactación de residuos, se generarán inevitablemente residuos volados por acción del viento y las operaciones de maquinaria. Para el manejo de esta situación, se deberá establecer un equipo permanente de personal especializado en la recolección de materiales dispersos, que operará de manera continua durante las horas de funcionamiento de la celda.

Este equipo deberá estar compuesto por un mínimo de 1 persona durante los turnos de operación normal, incrementándose hasta 3 personas durante los períodos de alta actividad cuando se esté recibiendo residuos de otros lotes simultáneamente. El personal estará equipado con herramientas manuales apropiadas (bolsas resistentes, pinches metálicos, rastrillos) y vehículos livianos para la recolección eficiente de residuos dispersos en áreas de hasta 500 metros del perímetro de la celda.

Protocolos de control de volados: Se implementarán protocolos específicos que incluyan inspecciones sistemáticas del área circundante a la celda al inicio y final de cada jornada operativa, recolección inmediata de residuos identificados durante las operaciones, y mantenimiento de registros detallados de las actividades de control de volados. Estos registros incluirán información sobre volúmenes recolectados, áreas de mayor incidencia y medidas correctivas implementadas.

2.3.3. Capacidades específicas por lote

Para el Lote 2 (BCA Monterrico + El Carmen/San Antonio): Se prevé que será necesario una capacidad de recepción coordinada mínima de 1500 m³/día. Esta capacidad puede ser manejada simultáneamente con las operaciones de remediación del BCA Perico sin comprometer la eficiencia operativa de la celda.

La coordinación operativa con el Lote 2 requerirá planificación semanal de las recepciones, establecimiento de horarios específicos para evitar interferencias con las operaciones internas del Lote 1, y protocolos de comunicación que aseguren la disponibilidad de recursos cuando sean requeridos.

Para el Lote 3 (BCA Chanchillos): Una vez finalizados los Lotes 1 y 2, la celda de seguridad dedicará su capacidad operativa completa a la recepción de residuos del BCA Chanchillos. Se

estima una capacidad de recepción mínima de 2500 m³/día pudiendo incrementarse significativamente considerando la necesidad de manejo eficiente del volumen significativo de este basural.

2.4. Monitoreo ambiental y controles durante la ejecución del contrato

2.4.1. Red de monitoreo de aguas subterráneas

Como parte integral del alcance técnico del Lote 1, se incluye la construcción y operación de una red específica de pozos de monitoreo de aguas subterráneas diseñada para verificar la efectividad de las medidas de protección ambiental implementadas. Esta red estará compuesta por tres pozos estratégicamente ubicados: uno aguas arriba de la celda de seguridad que servirá como punto de control o referencia, y dos pozos aguas abajo que permitirán la detección temprana de cualquier impacto sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Los pozos se construirán con especificaciones técnicas que aseguren su funcionamiento durante toda la vida útil del proyecto, incluyendo profundidad mínima de 10 metros, encamisado con tubería de PVC de diámetro apropiado, filtros dimensionados según las características del acuífero, y sello sanitario superior para prevenir contaminación superficial. La ubicación exacta de cada pozo será determinada mediante estudios hidrogeológicos específicos que establezcan la dirección de flujo de las aguas subterráneas.

2.4.2. Programa de monitoreo ambiental

El Contratista será responsable de implementar un programa integral de monitoreo ambiental que se extenderá desde el inicio de las obras hasta la recepción definitiva del proyecto. Este programa incluye el establecimiento de línea base de calidad de aguas subterráneas mediante campañas de muestreo iniciales, monitoreo trimestral de la calidad de aguas subterráneas en todos los pozos de la red, y monitoreo de aguas superficiales del río Perico mediante puntos de control específicos.

El programa contempla análisis de parámetros físico-químicos de campo como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura, así como análisis de laboratorio de metales pesados, compuestos inorgánicos principales, hidrocarburos totales de petróleo e indicadores microbiológicos. Los resultados se presentarán en informes trimestrales que incluyan interpretación técnica, análisis de tendencias y recomendaciones de medidas correctivas cuando sean necesarias.

2.4.3. Control y gestión de lixiviados

El alcance del Lote 1 incluye la gestión integral de lixiviados generados en la celda de seguridad durante todo el período contractual. Esta responsabilidad abarca el monitoreo semanal de niveles en la torre de extracción, extracción mediante camión atmosférico cuando sea necesario, transporte hacia el Centro Ambiental Jujuy o donde indique la Inspección, y análisis mensual de características físico-químicas de los lixiviados extraídos.

Se mantendrán registros detallados de volúmenes extraídos, fechas de extracción, destino de tratamiento, y correlación con eventos de precipitación. Esta información será presentada en informes mensuales que permitan evaluar la evolución de la generación de lixiviados y la efectividad del sistema de colección implementado.

2.4.4. Sistemas de revegetación y control de erosión

Como componente técnico del proyecto, se incluye la implementación de sistemas diferenciados de revegetación diseñados para asegurar la estabilidad a largo plazo de la celda clausurada y su integración con el entorno natural. Estos sistemas incluyen la instalación de una barrera forestal perimetral en la cara oeste con especies arbóreas nativas de gran porte, revegetación de la superficie final mediante especies rastreras autóctonas, y plantación de vetiver en taludes oeste y sur para control específico de erosión.

El sistema de revegetación se complementa con la reposición de suelo orgánico en depresiones formadas durante la remediación, utilizando material con contenido apropiado de materia orgánica que facilite la recuperación natural del entorno. El Contratista será responsable del establecimiento y mantenimiento de toda la vegetación durante los primeros dos años posteriores a la plantación.

2.4.5. Control de vectores y aspectos sanitarios

El proyecto incluye la implementación y mantenimiento de medidas específicas para el control de vectores sanitarios, incluyendo el establecimiento de un cordón sanitario mediante desratización sistemática, desinsectación y desinsección del área de trabajo. Estas medidas se mantendrán activas durante toda la ejecución de las obras de remediación y los primeros meses de la etapa de post-clausura.

Se incluye la verificación de efectividad del cordón sanitario mediante monitoreo de ausencia de roedores en perímetro de 500 metros de las áreas remediadas, control efectivo de insectos vectores de enfermedades, y coordinación con autoridades sanitarias locales para certificación de las condiciones alcanzadas. El control de vectores requerirá particular intensidad durante las actividades de remoción de residuos y disposición en la celda.

2.4.6. Documentación y reportes técnicos

Como parte del alcance técnico, el Contratista deberá implementar un sistema integral de documentación que incluya registros diarios de actividades operativas, informes trimestrales de monitoreo ambiental, informes mensuales de gestión de lixiviados, y reportes anuales consolidados que integren toda la información técnica y ambiental del proyecto.

La documentación incluirá registros fotográficos de la evolución del proyecto, resultados de todos los ensayos y análisis realizados, protocolos originales de laboratorio, y toda la información necesaria para la recepción definitiva de la obra. Esta documentación constituirá el archivo técnico permanente del proyecto y será entregada al Comitente como parte del cierre contractual.

2.4.7. Responsabilidades temporales del Contratista

Las responsabilidades del Contratista en materia de monitoreo ambiental y controles se extenderán desde el inicio de las obras hasta la recepción definitiva del proyecto. Una vez alcanzada la recepción definitiva, cesará la responsabilidad contractual del Contratista y la gestión ambiental a largo plazo pasará a ser responsabilidad de GIRSU S.E., organismo que planificará el monitoreo ambiental futuro en concordancia con el Ministerio de Ambiente según los requerimientos locales específicos.

Durante el período contractual, el Contratista mantendrá personal especializado para la ejecución de todas las actividades de monitoreo y control, equipos calibrados para medición de parámetros ambientales, y coordinación apropiada con laboratorios acreditados para análisis especializados. El cumplimiento de estas responsabilidades constituye parte integral de las obligaciones contractuales y requisito para la recepción definitiva de la obra.

3. ESTUDIOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS DEL LOTE 1

3.1. Relevamiento topográfico detallado

El relevamiento topográfico detallado necesario para el diseño ejecutivo de la celda de seguridad y la planificación precisa de todas las actividades de remediación del BCA Perico. Si bien se cuenta con un relevamiento preliminar realizado mediante tecnología de drones, el Oferente deberá ejecutar un relevamiento topográfico de precisión que proporcione la información detallada necesaria para la construcción de la infraestructura y la cuantificación exacta de los volúmenes de trabajo.

Este relevamiento detallado deberá realizarse previo al inicio de cualquier actividad de construcción o remediación, estableciendo la línea base topográfica que servirá como referencia para todo el proyecto. La precisión requerida para este relevamiento debe ser superior a la del estudio preliminar, considerando que será utilizado para el replanteo de obra y el control de avance de las actividades constructivas.

3.1.1. Especificaciones técnicas del relevamiento

El relevamiento topográfico se ejecutará mediante técnicas de agrimensura de precisión, empleando equipos como pueden ser de estación total y sistemas de posicionamiento global (GPS) diferencial que aseguren la exactitud requerida para trabajos de ingeniería. La precisión mínima exigida será de ± 2 centímetros en planimetría y ± 1 centímetro en altimetría, estándares que permitirán el diseño detallado de pendientes, volúmenes de excavación y sistemas de drenaje.

El relevamiento incluirá el establecimiento de una red de puntos de control geodésico permanente, distribuidos estratégicamente en el área del proyecto y referenciados al sistema de coordenadas oficial de la provincia de Jujuy. Estos puntos de control servirán como referencia durante toda la ejecución del proyecto y deberán mantenerse protegidos y accesibles durante todas las etapas de trabajo.

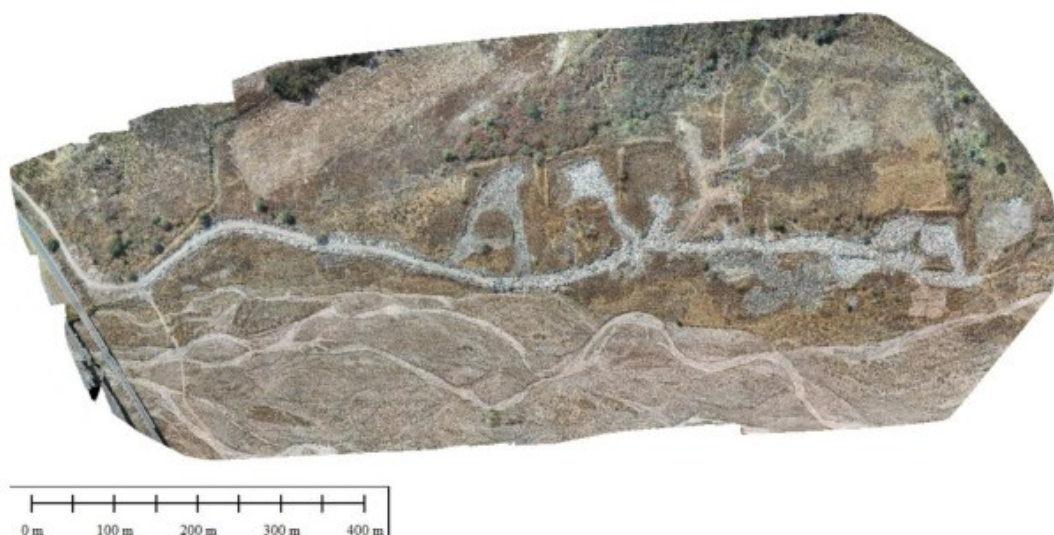


Imagen 10 - Relevamiento topográfico – Imagen Aérea

La densidad del relevamiento será establecida considerando las características del terreno y los requerimientos específicos del proyecto. Como mínimo, se establecerán puntos de cota cada 25 metros en ambas direcciones en las áreas donde se construirá la celda de seguridad, y cada 50 metros en las áreas de remediación del basural existente. En zonas con cambios topográficos significativos o elementos particulares (cauces, afloramientos rocosos, infraestructura existente), la densidad de puntos se incrementará según sea necesario para capturar adecuadamente las características del terreno.

3.1.2. Productos del relevamiento requeridos

El relevamiento topográfico detallado deberá generar un conjunto completo de productos técnicos que incluyan:

Planos topográficos de detalle: Planos a escala 1:500 para el área de construcción de la celda de seguridad y 1:1000 para el área general del BCA, con curvas de nivel cada 25 centímetros en la zona de la celda y cada 50 centímetros en el resto del área. Estos planos incluirán la ubicación de todos los elementos existentes (caminos, infraestructura, vegetación significativa, límites de sectores de residuos) con coordenadas precisas.

Modelos digitales del terreno: Modelos tridimensionales del terreno natural y de la superficie de residuos existentes, generados con la densidad de puntos apropiada para cálculos volumétricos precisos. Estos modelos servirán para el diseño de la celda, el cálculo de volúmenes de excavación y relleno, y la planificación de sistemas de drenaje.

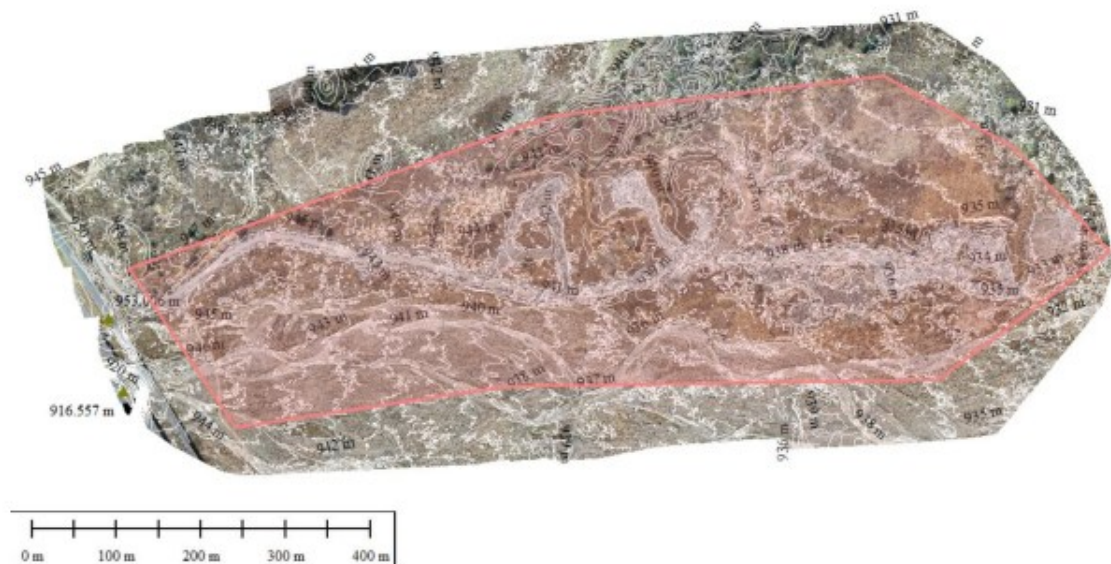


Imagen 11- Relevamiento topográfico – Curvas de nivel

Perfiles topográficos específicos: Perfiles longitudinales y transversales del área de construcción de la celda, con información detallada de pendientes, cotas de terreno natural y características geomorfológicas relevantes. Estos perfiles serán fundamentales para el diseño de los sistemas de impermeabilización y drenaje de la celda.

Cuantificación volumétrica actualizada: Cálculo preciso de los volúmenes de residuos existentes en cada sector del BCA Perico, actualizado respecto a las estimaciones preliminares y con la precisión necesaria para la planificación detallada de las actividades de remoción. Esta cuantificación incluirá tanto los residuos acumulados en montículos como los dispersos en capas de menor espesor.

3.1.3. Coordinación con otros estudios

El relevamiento topográfico detallado deberá coordinarse estrechamente con los otros estudios técnicos del proyecto, particularmente con los estudios geotécnicos y hidrológicos, para asegurar la integración apropiada de toda la información técnica disponible. Esta coordinación incluirá la ubicación precisa de puntos de sondeo, pozos de monitoreo y puntos de muestreo ambiental que serán referenciados en el relevamiento general.

El relevamiento también deberá considerar las necesidades específicas del diseño de la celda de seguridad, identificando con precisión las cotas de terreno natural que servirán para el diseño de la fundación, el cálculo de volúmenes de excavación y la planificación de las bermas perimetrales. Esta información será fundamental para optimizar el diseño de la celda y minimizar los movimientos de tierra requeridos.

3.2. Estudios geotécnicos para celda de seguridad

Los estudios geotécnicos necesarios para el diseño seguro y eficiente de la celda de seguridad, requiriendo investigaciones específicas que complementen y amplíen la información preliminar disponible. Si bien se cuenta con información de 3 sondeos DPSH ejecutados hasta 4 metros de profundidad, el diseño ejecutivo de la celda requiere un programa de investigación geotécnica más detallado que considere las cargas específicas que se generarán y las características particulares de este tipo de infraestructura.

3.2.1. Programa de investigación geotécnica complementaria

El Oferente deberá desarrollar un programa específico de investigación geotécnica que incluya sondeos adicionales distribuidos estratégicamente en el área donde se construirá la celda de seguridad. La cantidad y ubicación de estos sondeos será determinada considerando las dimensiones de la celda, las variaciones estratigráficas identificadas en los estudios preliminares y la necesidad de caracterizar adecuadamente las condiciones de fundación.

Como criterio general, se recomienda la ejecución de al menos 3 sondeos adicionales distribuidos en el área de la celda, con profundidades que alcancen un mínimo de 6 metros bajo el nivel de fundación previsto o hasta encontrar un estrato. Estos sondeos deberán ejecutarse mediante técnicas que permitan la recuperación de muestras para ensayos de laboratorio detallados.



Imagen 12 – Estudios geotécnicos preliminares - BCA Perico

3.2.2. Ensayos de laboratorio específicos

Los ensayos de laboratorio deberán incluir la caracterización completa de los materiales identificados, con especial énfasis en aquellos parámetros que son críticos para el diseño de la celda de seguridad. El programa de ensayos incluirá tanto ensayos de clasificación como ensayos de propiedades mecánicas e hidráulicas.

Ensayos de clasificación y propiedades índice: Análisis granulométrico completo, límites de Atterberg, peso específico, contenido de humedad natural y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Estos ensayos se realizarán en todas las muestras recuperadas y proporcionarán la información básica para la caracterización de los materiales.

Ensayos de compactación: Ensayos Proctor Standard y Modificado para determinar las características de compactación de los materiales que serán utilizados en la construcción de bermas y capas de apoyo. Estos ensayos son fundamentales para establecer los criterios de control de calidad durante la construcción.

Ensayos de permeabilidad: Ensayos de permeabilidad en laboratorio y, cuando sea posible, ensayos de permeabilidad in-situ para caracterizar las propiedades hidráulicas de los diferentes estratos identificados. Esta información es necesaria para verificar el diseño del sistema de impermeabilización y para evaluar el riesgo de infiltración de lixiviados.

Ensayos de resistencia: Ensayos de corte directo o triaxiales para determinar los parámetros de resistencia (ángulo de fricción interna y cohesión) de los materiales del subsuelo. Estos parámetros son necesarios para los análisis de estabilidad de taludes y el diseño de las bermas de contención.

3.2.3. Análisis de estabilidad y capacidad portante

Con base en los resultados de la investigación geotécnica detallada, el Oferente deberá realizar análisis específicos de estabilidad y capacidad portante que verifiquen la seguridad de la celda de seguridad bajo todas las condiciones de carga previstas durante su construcción, operación y clausura.

Análisis de capacidad portante: Verificación de que los suelos de fundación tienen capacidad suficiente para soportar las cargas generadas por los residuos dispuestos, considerando tanto las cargas estáticas como las variaciones durante el proceso de llenado.

Análisis de estabilidad de taludes: Análisis de estabilidad de las bermas perimetrales y los taludes finales de la celda, considerando diferentes condiciones de carga y niveles de agua. Estos análisis deberán demostrar factores de seguridad apropiados tanto para condiciones estáticas como sísmicas, considerando la actividad sísmica de la región.

Análisis de asentamientos: Estimación de los asentamientos que se producirán en la fundación de la celda debido a las cargas aplicadas, incluyendo tanto asentamientos inmediatos como consolidación a largo plazo. Este análisis es particularmente importante para evaluar los efectos sobre la integridad del sistema de impermeabilización.

3.3. Estudios hidrológicos e hidrogeológicos

Los estudios hidrológicos e hidrogeológicos específicos del Lote 1 deben proporcionar la información necesaria para el diseño de los sistemas de manejo de aguas pluviales, el dimensionamiento de los sistemas de drenaje de lixiviados y el establecimiento de la red de monitoreo de aguas subterráneas. Estos estudios complementarán la información preliminar disponible con investigaciones específicas orientadas a las necesidades del diseño ejecutivo.

3.3.1. Estudios hidrológicos de superficie

El estudio hidrológico detallado debe caracterizar el comportamiento de las escorrentías superficiales en el área del proyecto, considerando tanto las condiciones actuales como las modificaciones que se producirán con la construcción de la celda de seguridad. Este estudio será fundamental para el diseño de sistemas de drenaje perimetral y el manejo de aguas pluviales.

Caracterización de la cuenca de aporte: Delimitación precisa de la cuenca hidrográfica que aporta escorrentías al área del proyecto, incluyendo el cálculo de áreas de aporte, pendientes promedio, características de cobertura del suelo y tiempo de concentración. Esta caracterización considerará tanto las condiciones actuales como las modificaciones previstas con la construcción de la celda.

Análisis de precipitaciones: Análisis estadístico de las precipitaciones en la zona, utilizando registros de estaciones meteorológicas cercanas para determinar las precipitaciones de diseño para diferentes períodos de retorno. Este análisis incluirá la determinación de intensidades máximas de precipitación para diferentes duraciones y la identificación de patrones estacionales que puedan afectar las operaciones de la celda.

Cálculo de caudales de diseño: Determinación de los caudales de escorrentía superficial para diferentes períodos de retorno, utilizando metodologías hidrológicas apropiadas que consideren las características específicas de la cuenca y las modificaciones previstas. Estos caudales servirán para el dimensionamiento de canales de guardia, sistemas de drenaje perimetral y obras de arte necesarias.

Evaluación de riesgo de inundación: Análisis específico del riesgo de inundación del área de la celda, considerando tanto las crecidas del río Perico como las escorrentías locales durante eventos de precipitación extrema. Este análisis incluirá la determinación de niveles de agua para diferentes períodos de retorno y la identificación de medidas de protección necesarias.

3.3.2. Estudios hidrogeológicos específicos

Los estudios hidrogeológicos detallados deben caracterizar las condiciones de las aguas subterráneas en el área del proyecto, proporcionando la información para el diseño del sistema de monitoreo y la evaluación de riesgos de contaminación. Aunque los sondeos preliminares no identificaron nivel freático hasta 4 metros de profundidad, es necesario realizar investigaciones más profundas y sistemáticas.

Investigación del nivel freático: Ejecución de sondeos específicos para investigación hidrogeológica, con profundidades que alcancen al menos 10 metros o hasta encontrar el nivel freático regional. Estos sondeos se convertirán en piezómetros de monitoreo temporal durante la construcción y permanente durante la operación de la celda, pudiendo utilizarse como pozos de monitoreo para control de calidad de agua.

Calidad de aguas subterráneas: Establecimiento de la línea base de calidad de las aguas subterráneas mediante muestreo y análisis de laboratorio de parámetros físico-químicos, metales pesados y parámetros microbiológicos. Esta línea base servirá como referencia para el monitoreo

durante la operación de la celda y para la evaluación de cualquier impacto que pudiera producirse.

Vulnerabilidad de acuíferos: Evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos identificados a la contaminación desde la superficie, considerando factores como profundidad del nivel freático, características de los materiales de la zona no saturada, y presencia de capas protectoras. Esta evaluación será fundamental para el diseño del sistema de impermeabilización y los protocolos de monitoreo.

3.3.3. Diseño de red de monitoreo

Con base en los resultados de los estudios hidrogeológicos, se diseñará una red específica de pozos de monitoreo de aguas subterráneas que permita la detección temprana de cualquier impacto sobre la calidad de las aguas subterráneas y el seguimiento a largo plazo del comportamiento del sistema.

Ubicación de pozos de monitoreo: Los pozos de monitoreo se ubicarán estratégicamente considerando la dirección de flujo de las aguas subterráneas, estableciendo al menos un (1) pozo aguas arriba de la celda (pozo de control) y por lo menos dos (2) pozos aguas abajo (pozos de detección). La cantidad exacta de pozos será determinada considerando las dimensiones de la celda, las características hidrogeológicas y los requerimientos normativos aplicables.

Especificaciones técnicas de pozos: Los pozos de monitoreo se construirán con especificaciones técnicas que aseguren su funcionamiento a largo plazo, incluyendo diámetros apropiados para el muestreo, materiales resistentes a la corrosión, filtros diseñados según las características del acuífero y sellos sanitarios que prevengan la contaminación superficial.

Protocolos de monitoreo: Establecimiento de protocolos específicos para el muestreo y análisis de aguas subterráneas, incluyendo parámetros a analizar, frecuencias de muestreo, métodos de preservación de muestras y criterios de evaluación de resultados. Estos protocolos considerarán tanto las características esperadas de los lixiviados como los parámetros establecidos en la normativa ambiental aplicable.

3.4. Caracterización de residuos del BCA Perico

La caracterización de los residuos existentes en el BCA Perico debe proporcionar información práctica necesaria para la planificación de las actividades de remoción, el diseño básico de los sistemas de la celda de seguridad y la identificación de materiales que puedan requerir manejo diferenciado. Esta caracterización se enfocará en aspectos operativos fundamentales más que en análisis químicos detallados, considerando que la mayoría de los residuos serán dispuestos en la celda de seguridad independientemente de su composición específica.

3.4.1. Metodología de caracterización simplificada

La caracterización se realizará mediante inspección visual sistemática y clasificación práctica de los residuos, complementada con estimaciones volumétricas por tipo de material. Esta metodología reconoce la heterogeneidad típica de los basurales a cielo abierto y se enfoca en la información operativa necesaria para la ejecución del proyecto.

Inspección visual por sectores: Se realizará una inspección visual detallada en cada uno de los nueve sectores identificados en el BCA Perico, documentando mediante fotografías y planillas de campo los tipos de residuos predominantes en cada zona y estimando su distribución porcentual. Esta inspección permitirá identificar sectores con características particulares que requieran consideraciones especiales durante la remoción.

Identificación de materiales especiales: Durante la inspección se prestará especial atención a la identificación de materiales que puedan requerir manejo diferenciado, como residuos patógenos, materiales peligrosos, contenedores con sustancias no identificadas, o acumulaciones significativas de materiales específicos como neumáticos o baterías.

3.4.2. Categorías de clasificación operativa

Los residuos se clasificarán en categorías operativas básicas que permitan la planificación eficiente de las actividades de remoción y disposición:

Residuos Sólidos Urbanos (RSU) comunes: Incluye residuos domiciliarios típicos, restos de alimentos, envases, papel, cartón, plásticos domésticos y otros materiales de origen domiciliario o comercial que no requieren manejo especial. Se estima que esta categoría representa aproximadamente el 70% del volumen total según las observaciones preliminares.

Residuos de poda y jardinería: Restos vegetales, ramas, hojas y otros materiales orgánicos de origen vegetal. Estos materiales pueden requerir trituración previa a su disposición en la celda para optimizar la compactación y reducir la generación de espacios vacíos.

Residuos de construcción y demolición (escombros): Materiales inertes como hormigón, ladrillos, cerámicos, arena, ripio y otros materiales de construcción. Estos materiales pueden ser aprovechados para construcción de caminos internos del predio, protección contra escorrentías o como material de cobertura, según su calidad y características.

Neumáticos y cubiertas: Neumáticos de vehículos y maquinarias que requieren manejo específico debido a sus características de flotación y dificultades de compactación. Pueden requerir corte o trituración previa a su disposición.

Residuos patógenos (si los hubiere): Materiales de origen hospitalario, veterinario o que puedan presentar riesgos sanitarios. Estos residuos requerirán identificación específica, segregación y manejo según protocolos sanitarios establecidos por las autoridades competentes.

Metales y materiales reciclables: Materiales metálicos, plásticos rígidos de gran tamaño y otros elementos que puedan tener valor de recuperación o que requieran manejo diferenciado por sus características físicas.

Suelos contaminados: Suelos mezclados con residuos o que presenten evidencias de contaminación por lixiviados. Estos materiales serán dispuestos en la celda junto con los residuos.

Residuos con evidencias de quema: Cenizas, carbones y residuos parcialmente quemados que se han identificado en varios sectores del BCA. Estos materiales serán manejados considerando su menor volumen y mayor densidad.

3.4.3. Estimación de volúmenes por categoría

Para cada sector del BCA Perico se realizará una estimación de la distribución volumétrica de las diferentes categorías de residuos, información que será utilizada para la planificación de equipos, personal y metodologías de remoción específicas.

Estimación visual proporcional: Mediante inspección visual se estimará la proporción aproximada de cada categoría de residuos en cada sector, expresada en porcentajes del volumen total. Esta estimación considerará tanto los materiales visibles en superficie como aquellos que puedan estar presentes en capas inferiores.

Ajustes por densidad aparente: Se realizarán ajustes en las estimaciones volumétricas considerando las diferentes densidades aparentes de los materiales identificados. Los escombros y materiales inertes ocupan menor volumen por unidad de peso que los RSU, mientras que los materiales quemados presentan mayor densidad que los residuos frescos.

Cuantificación de materiales especiales: Se cuantificarán específicamente aquellos materiales que requieren manejo diferenciado, como neumáticos (número de unidades), residuos patógenos (volumen estimado) y metales recuperables (volumen y tipo aproximado).

3.4.4. Parámetros operativos básicos

Con base en la caracterización simplificada, se determinarán parámetros operativos básicos necesarios para la planificación del proyecto:

Densidad promedio de residuos: Se estimará una densidad promedio de los residuos en sus condiciones actuales, considerando la mezcla de materiales identificada y los procesos de

compactación natural y quema que han afectado los residuos. Esta densidad será utilizada para cálculos de transporte y planificación logística.

Factor de compactación esperado: Se estimará el factor de compactación que se alcanzará en la celda de seguridad, considerando las características de los materiales identificados y las técnicas de compactación a emplear. Este factor será utilizado para ajustar las estimaciones de capacidad requerida de la celda.

Generación estimada de lixiviados: Mediante métodos simplificados que consideren la composición general de los residuos y las condiciones climáticas locales, se realizará una estimación básica de la generación de lixiviados para el dimensionamiento de los sistemas de drenaje y bombeo.

Requerimientos de manejo especial: Se identificarán los volúmenes y tipos de residuos que requieren protocolos de manejo especial, incluyendo aspectos como segregación previa, equipos de protección personal específicos, o coordinación con organismos especializados para residuos patógenos.

4. ETAPA DE PRE-CLAUSURA

La etapa de pre-clausura constituye la fase preparatoria del proyecto, durante la cual se establecen las condiciones técnicas y operativas necesarias para el desarrollo seguro y eficiente de todas las actividades posteriores. Durante esta etapa se implementan los controles de acceso, se establecen los sistemas de monitoreo ambiental de línea base y se ejecutan los estudios y preparativos necesarios para la construcción de la celda de seguridad y las actividades de remediación.

La duración estimada de la etapa de pre-clausura es de aproximadamente 2 meses, período durante el cual se debe completar la totalidad de las actividades preparatorias establecidas antes de iniciar cualquier trabajo de construcción o remoción de residuos.

4.1. Control de acceso y funcionamiento de MET Perico

4.1.1. Coordinación institucional para autorización de inicio

El Contratista deberá obtener las autorizaciones necesarias de las autoridades competentes para iniciar los trabajos de remediación del BCA Perico.

El Contratista deberá gestionar comunicaciones escritas del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Jujuy, la Municipalidad de Perico y GIRSU Jujuy SE, confirmando que han sido notificados sobre el inicio del proyecto de remediación y autorizando formalmente el desarrollo de los trabajos. Estas comunicaciones deben confirmar que la MET Perico continuará operando normalmente durante el período de ejecución del proyecto, asegurando el manejo apropiado de los residuos municipales sin interferencias con las actividades de remediación.

4.1.2. Establecimiento del sistema de control de acceso

El Contratista deberá establecer un sistema integral de control de acceso al predio del BCA Perico, diseñado para impedir el ingreso de vehículos que pretendan disponer residuos en el sitio y controlar el acceso de todo el personal y equipos relacionados con las actividades del proyecto. Este sistema también cumplirá la función de controlar y registrar el ingreso de camiones que transporten residuos desde los otros BCA incluidos en los Lotes 2 y 3.

Construcción de garita de control: Se construirá una garita de seguridad ubicada estratégicamente en el ingreso principal del BCA, que deberá estar operativa las 24 horas del día durante toda la duración del proyecto. La garita tendrá dimensiones mínimas que garanticen el correcto funcionamiento, con construcción sólida que proporcione protección climática apropiada para el personal de vigilancia, e instalaciones básicas que incluyan iluminación, ventilación y mobiliario necesario para las actividades de control.

Sistema de barreras físicas: Se instalarán barreras físicas móviles en el acceso principal, consistentes en sistemas de barrera vehicular que puedan ser operados manualmente por el personal de vigilancia. Estas barreras deberán ser suficientemente robustas para impedir el paso forzado de vehículos y estar complementadas con señalización clara que indique las restricciones de acceso durante la ejecución del proyecto.

4.1.3. Sistema de trazabilidad de residuos entre lotes

Para asegurar la trazabilidad completa de los residuos que serán transportados desde los otros basurales hacia la celda de seguridad de Perico, se implementará un sistema de control que permita verificar el origen y destino de todos los materiales transportados, previniendo posibles desvíos.

Control de salidas en lotes origen: Se implementará garitas de control en los puntos de salida de los BCA incluidos en los Lotes 2 y 3, donde se llevará un registro detallado de todos los camiones que salgan cargados hacia la celda de seguridad de Perico. Este registro debe incluir como mínimo: patente del vehículo, fecha y horario de salida, tipo y volumen estimado de carga, y identificación del conductor.

Control de ingresos en BCA Perico: En el ingreso al BCA de Perico, la garita de control llevará un registro de todos los camiones que ingresen con residuos, documentando los mismos datos básicos mencionados anteriormente y agregando la identificación de la procedencia específica (BCA Monterrico, BCA El Carmen, BCA San Antonio, etc.).

Sistema de verificación cruzada: La Inspección podrá verificar la correspondencia entre los registros de salida de cada BCA origen y los registros de ingreso en el BCA Perico, permitiendo identificar cualquier inconsistencia que pudiera indicar desvíos de residuos. Los registros se mantendrán en formato papel en cada garita y se digitalizarán semanalmente para facilitar las verificaciones cruzadas.

4.1.4. Protocolos operativos de control

Control de acceso autorizado: Solo se permitirá el acceso a personal debidamente autorizado y vinculado a las actividades del proyecto, incluyendo personal del Contratista, supervisión, inspección y otros profesionales relacionados con la ejecución de los trabajos. Todo el personal que ingrese al predio deberá anunciarse en la garita de control.

Registro de actividades: El personal de vigilancia mantendrá registros detallados de todos los ingresos y egresos del predio, documentando fecha y hora, identificación de personas y vehículos, motivo del ingreso y duración estimada de la permanencia en el predio. Este registro constituirá documentación oficial del proyecto.

4.1.5. Instalación de báscula para control de pesaje

Se instalará una báscula provisoria para camiones en las proximidades de la garita de control, diseñada para el pesaje de todos los vehículos que transporten residuos desde los otros BCA hacia la celda de seguridad de Perico. Esta báscula permitirá obtener datos precisos de peso que serán utilizados para los cálculos de densidades de compactación mediante comparación con la volumetría obtenida a través de relevamientos topográficos bimestrales.

Especificaciones técnicas de la báscula: La báscula podrá ser del tipo plataforma para camiones completos, con capacidad apropiada para los vehículos de transporte previstos en el proyecto. Contará con sistema de pesaje electrónico con precisión adecuada para los requerimientos del control de densidades, y podrá incluir sistema de impresión de tickets de pesaje para documentación de cada operación en lo posible.

Procedimientos de pesaje: Todos los camiones que ingresen con residuos externos serán pesados tanto al ingreso como al egreso del predio, obteniendo por diferencia el peso neto de residuos dispuestos. Los datos de pesaje se registrarán en planillas de control que incluyan fecha y hora, identificación del vehículo, procedencia de los residuos, peso bruto, tara, y peso neto de residuos.

Control de densidades de compactación: Los datos de pesaje se correlacionarán con los relevamientos topográficos bimestrales de la celda de seguridad para calcular las densidades de compactación alcanzadas en diferentes sectores y períodos. Esta información será utilizada para ajustar los procedimientos de compactación y verificar el cumplimiento de los objetivos de densidad establecidos en el diseño ejecutivo.

La báscula podrá ser instalada sobre una base de hormigón apropiada para asegurar mediciones precisas y estables, con drenaje adecuado para evitar acumulación de agua que pueda afectar su funcionamiento. Se incluirá casilla de control con sistema de registro computarizado y comunicación con la garita de control principal en caso de estar en diferentes sectores, pudiendo ser la misma para optimización de recursos.

4.2. Diseño del plan de clausura del BCA Perico

4.2.1. Elaboración del plan técnico detallado

Durante la etapa de pre-clausura, el Contratista deberá desarrollar y presentar para aprobación de la Inspección un plan técnico detallado que establezca la metodología específica, secuenciación de actividades, recursos necesarios y cronograma para la clausura integral del BCA Perico. Este plan constituirá el documento rector de todas las actividades técnicas del proyecto y debe integrar de manera coherente la construcción de la celda de seguridad con las actividades de remediación del basural existente.

El plan de clausura deberá contemplar como concepto central la construcción de una celda de seguridad que será llenada de forma ordenada y controlada con los residuos recolectados del BCA Perico y posteriormente con todos los residuos transportados desde los basurales de los Lotes 2 y 3. La metodología propuesta debe asegurar que todos los residuos dispuestos en la celda sean apropiadamente compactados y finalmente sellados según las mejores prácticas de ingeniería ambiental.

Componentes técnicos del plan: El plan debe incluir el relevamiento topográfico detallado del BCA Perico actualizado al momento de inicio de las obras, el diseño ejecutivo completo de la celda de seguridad incluyendo todas las especificaciones técnicas de construcción, y la definición detallada de la metodología de trabajo que coordine las actividades de construcción de la celda con la remoción progresiva de residuos del basural existente.

4.2.2. Especificaciones de equipos y metodologías

El plan de clausura debe incluir especificaciones detalladas sobre el tipo de maquinaria a emplear durante todos los trabajos, discriminando claramente el equipamiento para las tareas de recolección y transporte de residuos, así como el equipamiento destinado a la disposición final en la celda de seguridad.

Se especificarán los equipos necesarios para las actividades de remoción, incluyendo retroexcavadoras, cargadores frontales y camiones volcadores con sistemas de cobertura de carga. Se definirán las características técnicas de los equipos especializados para las operaciones dentro de la celda de seguridad. El plan debe especificar el procedimiento y los ensayos a implementar para determinar la densidad final de los residuos una vez compactados.

4.2.3. Metodología de sellado y obras complementarias

El plan debe incluir una descripción detallada de la metodología para el sellado final de la celda, especificando materiales, espesores, procedimientos de instalación y controles de calidad para el sistema de cobertura final. Se incluirá la metodología para controlar las posibles erosiones ocasionadas por escorrentías superficiales y la verificación de los canales perimetrales de guarda, indicando el curso receptor con georreferenciación del punto de descarga.

4.3. Establecimiento del cordón sanitario

4.3.1. Objetivos del cordón sanitario

El establecimiento de un cordón sanitario tiene como objetivo principal evitar que la remoción de residuos provoque la migración de animales e insectos vectores hacia las zonas urbanas

periféricas. Esta medida preventiva es particularmente importante para evitar la migración de roedores portadores de enfermedades hacia las poblaciones cercanas.

La acumulación de residuos sólidos al aire libre constituye un ambiente propicio para el desarrollo de vectores como ratas, moscas y mosquitos, hongos, virus y bacterias, que representan un foco de infección para la población de las zonas cercanas al basural y especialmente para los trabajadores que operan en el área durante las actividades de remediación.

4.3.2. Componentes del cordón sanitario

El establecimiento del cordón sanitario comprenderá tres actividades principales que pueden ser sectorizadas y secuenciadas según la propuesta de remediación presentada por el oferente:

Desratización: Incluye el sembrado sistemático de cebos para roedores en puntos estratégicos alrededor del perímetro del basural, inspección y reposición periódica de cebos, retiro y disposición adecuada de roedores eliminados, eliminación de ectoparásitos, e identificación y destrucción de madrigueras. Las actividades de desratización se extenderán durante todo el período de limpieza del basural.

Desinsectación: Se realizará de manera sistemática y coordinada, incluyendo termobulización terrestre para el control de insectos voladores, implementación de control biológico en aquellas zonas donde sea técnicamente viable, pulverización terrestre con productos específicos especialmente en áreas de acumulación de residuos, seguimiento y control de la efectividad de los tratamientos, y repetición de aplicaciones según necesidad y cronograma establecido.

Desinsección: Se realizará de forma complementaria a la desinsectación, abarcando tratamiento zonal terrestre con productos específicos, pulverización controlada en áreas críticas, control específico de especies identificadas durante el relevamiento inicial, y monitoreo continuo de la efectividad de las medidas implementadas.

4.3.3. Especificaciones de productos y métodos

Los productos empleados en las tareas de control de vectores deberán ser de última generación y baja toxicidad, contar con aprobación de organismos contralores competentes, presentar efectividad comprobada para el control de las especies objetivo, y tener impacto ambiental mínimo y controlado.

Cada producto deberá contar con hoja de seguridad que especifique composición del producto y principio activo, número de inspección y aprobación en el organismo oficial contralor, medidas de primeros auxilios, medidas preventivas de aplicación, y direcciones y teléfonos de centros asistenciales para primeros auxilios.

4.3.4. Sistema de trampas y monitoreo

Como parte del cordón sanitario se implementará un sistema de trampas para monitoreo y control de vectores, distribuidas estratégicamente en el perímetro del área de trabajo. Las trampas para roedores se ubicarán cada 50 metros alrededor del perímetro del basural, mientras que las trampas para insectos se concentrarán en las áreas de mayor actividad de vectores identificadas durante el relevamiento inicial.

El monitoreo del sistema de trampas se realizará diariamente durante las actividades de remediación, con registro de capturas, reposición de cebos según necesidad, y ajuste de ubicaciones según la efectividad observada. La Secretaría de Gestión Ambiental de la Provincia podrá realizar supervisión in situ de los trabajos para verificar la calidad de los mismos.

4.4. Señalización y delimitación del área de trabajo

Como parte de la etapa de pre-clausura, el Contratista deberá implementar la señalización básica necesaria para garantizar la seguridad de los trabajadores durante las actividades de remediación, establecer claramente las zonas de trabajo, prevenir el ingreso no autorizado a áreas con actividades en desarrollo, y facilitar la organización de las tareas de remediación.

La señalización se limitará a aspectos operativos básicos, incluyendo demarcación de sectores de trabajo mediante elementos temporales como estacas y cintas, letreros identificatorios de cada sector para facilitar el control de avance, y señalización de seguridad básica en áreas de operación de maquinaria pesada.

4.5. Construcción de pozos de monitoreo de aguas subterráneas

4.5.1. Diseño de la red de monitoreo

En el área de influencia de la celda de seguridad del BCA Perico, se construirán tres pozos de monitoreo estratégicamente ubicados siguiendo el flujo de las aguas subterráneas. Un pozo se ubicará aguas arriba de la celda, que servirá como testigo de las condiciones base del acuífero, y dos pozos aguas abajo que permitirán detectar cualquier potencial impacto derivado de la operación de la celda.

Para la correcta ubicación de los pozos será necesario establecer el sentido de escurrimiento de las aguas subterráneas mediante un estudio hidrológico específico, información necesaria para determinar la ubicación de pozos de control y pozos de detección. Como parte del plan de trabajo se deberá presentar un detalle de los estudios a realizar.

4.5.2. Especificaciones técnicas de construcción

Los pozos de monitoreo tendrán una profundidad mínima de 10 metros y su construcción seguirá especificaciones técnicas que garanticen la obtención de muestras representativas del agua subterránea. La ejecución de los pozos será realizada con equipos rotativos de perforación utilizando agua para el avance, con diámetro del trépano superior al diámetro del encamisado del pozo.

Cada pozo incluirá encamisado con caño de PVC de diámetro adecuado, filtros correctamente dimensionados según las características del acuífero, elemento filtrante y engravado, y sello sanitario superior que impida la infiltración de agua superficial que pudiera contaminar las muestras. La perforación concluirá con la construcción de un cabezal de hormigón para protección del pozo.

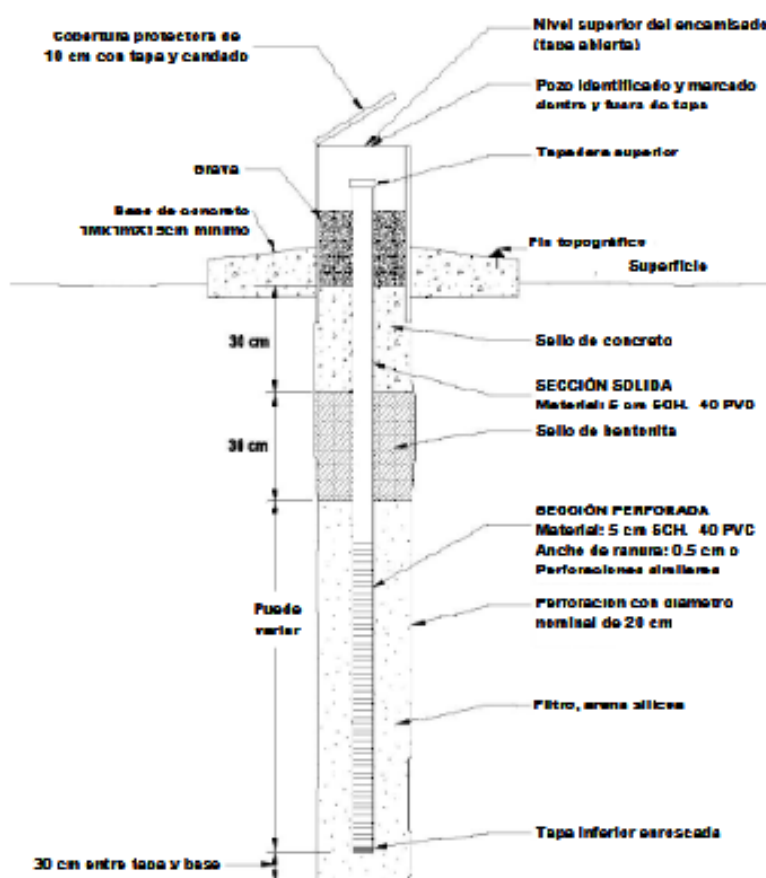


Imagen 13- Infraestructura post clausura - Pozos de monitoreo

4.5.3. Establecimiento de línea base

Una vez construidos los pozos de monitoreo, se realizará un muestreo inicial previo al inicio de las obras que establecerá la línea base de comparación para el monitoreo futuro. Este muestreo

inicial proporcionará las condiciones de referencia de calidad de las aguas subterráneas antes de cualquier actividad del proyecto.

Los parámetros de análisis para el establecimiento de la línea base incluirán parámetros de campo como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura, metales pesados relevantes como arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc, compuestos inorgánicos como nitratos, nitritos, amonio, sulfatos y cloruros, e indicadores microbiológicos como coliformes totales y fecales.

4.5.4. Protocolos de muestreo

Las tareas de muestreo se realizarán siguiendo protocolos estandarizados según normas IRAM, implementando metodología de muestreo de bajo flujo que evite la alteración de las condiciones naturales del acuífero durante la extracción. Antes de cada toma de muestra se medirá y registrará el nivel estático del agua en cada pozo.

Los análisis se realizarán en laboratorios acreditados que cuenten con procedimientos establecidos de control y aseguramiento de calidad. Los resultados serán presentados en protocolos que incluyan identificación única de la muestra, fechas de muestreo y análisis, metodología analítica empleada, límites de detección, resultados con sus respectivas unidades, y firma del profesional responsable.

Se establecerán frecuencias de muestreo diferenciadas: muestreos trimestrales durante toda la etapa de operación de la celda, y continuidad de muestreos trimestrales en el período entre la recepción provisoria y definitiva de la obra. En caso de detectarse valores anómalos, se realizará un muestreo de verificación en un plazo no mayor a 48 horas.

5. ETAPA DE CLAUSURA

La etapa de clausura constituye la fase operativa del proyecto, durante la cual se ejecutan los trabajos de construcción de la celda de seguridad y las actividades de remediación del BCA Perico. Esta etapa requiere la coordinación precisa de múltiples actividades técnicas que deben desarrollarse de manera secuencial y coordinada para asegurar la eficiencia operativa y el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto.

La duración estimada de la etapa de clausura es de aproximadamente 9 meses, período que incluye la construcción completa de la celda de seguridad, la remediación total del BCA Perico, la recepción y disposición de residuos provenientes de los otros lotes, y la implementación del sistema de cobertura final con revegetación.

5.1. Construcción de cerco y portón de acceso a celda de seguridad:

Para el correcto cierre del BCA y evitar posibles ingresos al sector de la celda de seguridad, se construirá un alambrado olímpico de 2,20 metros de altura en dos tramos, uno cerrando el acceso al camino que va a la zona donde se encuentra el actual BCA lindero a la ruta provincial N° 22 y el segundo tramo con portón será cercano a las inmediaciones del río Perico. Se realizarán con alambre tejido romboidal, postes de hormigón armado con viga inferior de hormigón armado y alambres tensados con torniquetes. Además en los dos tramos se instalarán portones metálicos doble hoja de 4 metros de ancho por 2,20 m de alto.

El contratista deberá prever la correcta evacuación de escorrentías superficiales que pudieran presentarse en el predio y construir obras de arte que considere necesarias para que estas escorrentías no deterioren ni pongan en riesgo la integridad del cercado perimetral.

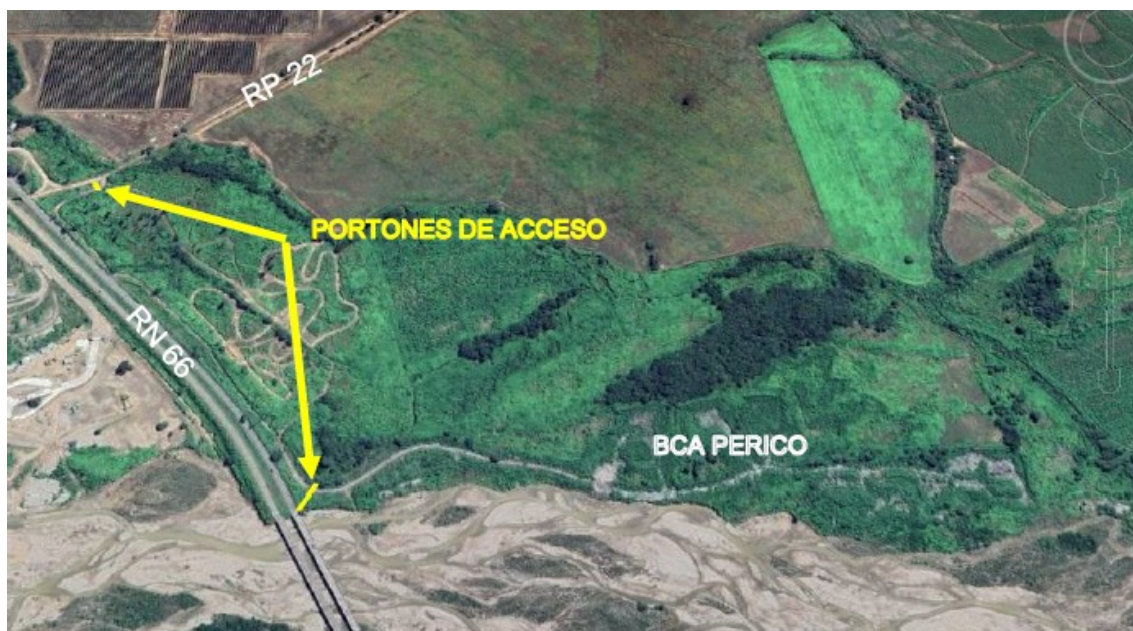


Imagen 14 - Portones de acceso

5.2. Diseño y construcción de celda de seguridad

5.2.1. Preparación del sitio de construcción

La construcción de la celda de seguridad representa la obra de infraestructura más significativa del proyecto de remediación. Una vez delimitado y preparado el sector donde se construirá la celda, se procederá con las actividades de movimiento de suelos y preparación de la fundación según las especificaciones técnicas establecidas en el diseño ejecutivo.

En caso de existir residuos en el sector donde se construirá la celda de seguridad, los mismos deberán ser transportados y acomodados hacia un costado de manera que no interfieran durante la construcción y puedan ser posteriormente incorporados durante la etapa de disposición de residuos. Esta actividad debe coordinarse cuidadosamente para optimizar los movimientos de materiales y minimizar las interferencias operativas.

La preparación del terreno comenzará con la nivelación y perfilado del fondo de la celda de acuerdo con las especificaciones de diseño ejecutivo desarrollado por el Contratista. El terreno natural debe ser adecuadamente preparado mediante remoción de vegetación, eliminación de elementos punzantes, compactación controlada y conformación de las pendientes requeridas para el funcionamiento apropiado del sistema de drenaje.

5.2.2. Construcción del sistema de fundación

Sobre el terreno natural adecuadamente preparado, se procederá a la colocación de una capa de suelo fino no punzante en caso de ser necesario según las características del terreno natural encontrado. Esta capa tendrá un espesor mínimo de 20 cm y deberá ser debidamente compactada siguiendo especificaciones técnicas específicas, cumpliendo la función de proporcionar una base de apoyo uniforme y libre de elementos que pudieran dañar la membrana de impermeabilización.

La capa de apoyo debe construirse utilizando suelo fino, libre de elementos punzantes, piedras, residuos, raíces y cualquier material que pueda causar daños a la membrana de impermeabilización. El material empleado debe ser cernido y compactado al 95% de la densidad máxima del ensayo Proctor Standard, con control de humedad dentro del rango $\pm 2\%$ de la humedad óptima. Y se extenderá a los taludes internos de la berma.

5.2.3. Construcción de bermas perimetrales

Las bermas de contención perimetral se construirán con una altura variable, adaptándose a la pendiente de la topografía original del sitio y acompañando el desarrollo de la celda con su coronamiento. Estas bermas se conformarán utilizando suelos seleccionados de la zona, materiales que actuarán como soporte estructural para los residuos dispuestos en la celda y proporcionarán el anclaje apropiado para el sistema de impermeabilización.

La metodología constructiva de las bermas seguirá las buenas prácticas de ingeniería geotécnica, realizando la compactación en capas de espesor no mayor a 30 centímetros, empleando equipos mecánicos adecuados y controlando la humedad óptima para asegurar la estabilidad y resistencia requeridas. El ancho de coronamiento será de 2,50 metros, dimensión que permitirá la circulación de vehículos en un sentido cuando sea necesario y también la instalación y anclaje de la membrana de impermeabilización.

El control de calidad durante la construcción de las bermas incluirá ensayos de densidad y humedad que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones de compactación establecidas. Se realizarán controles cada 100 m lineales de berma construida, manteniendo registros detallados de los resultados obtenidos.

5.2.4. Instalación del sistema de impermeabilización

La impermeabilización de la celda constituye uno de los elementos más críticos de la construcción, requiriendo especial atención durante su ejecución para garantizar la protección de los recursos hídricos subterráneos. El sistema se implementará mediante una configuración multicapa que incluye la capa de apoyo ya descrita, la membrana de impermeabilización principal, y la capa de protección superior.

Instalación de la membrana PEAD: La membrana de polietileno de alta densidad (PEAD) con espesor mínimo de 1.500 micrones constituirá la barrera primaria del sistema. La instalación requerirá personal especializado y debidamente certificado en técnicas de termofusionado, asegurando que todas las uniones cumplan con estándares técnicos apropiados para este tipo de aplicaciones.

En las zonas de fondo de celda y áreas con pendientes menores, se empleará una membrana lisa en ambas caras, mientras que en las bermas, taludes y hasta una distancia de 15 metros desde las bermas hacia el fondo de celda, se utilizará una membrana texturada en ambas caras para lograr mejor adherencia sobre el terreno inclinado.

Las soldaduras se realizarán mediante equipos de termofusión calibrados, siguiendo procedimientos específicos que consideren las condiciones ambientales durante la instalación. Todas las soldaduras deberán ser verificadas mediante ensayos no destructivos en el 100% de su longitud, y mediante ensayos destructivos en muestras representativas según frecuencias establecidas en protocolos técnicos.

Capa de protección superior: Una vez verificada la estanqueidad de todas las uniones mediante ensayos específicos, se colocará una capa de suelo fino sobre la membrana de impermeabilización. Esta capa protectora tendrá un espesor mínimo de 30 centímetros y estará libre de elementos punzantes, actuando como barrera mecánica para prevenir daños a la membrana durante la operación de la celda.

5.3. Construcción de drenes para colección de lixiviados

5.3.1. Sistema de drenaje tipo "espina de pescado"

Para el manejo de los lixiviados que se generarán en la celda de seguridad, se construirá en el fondo de la celda, sobre el suelo de protección mecánica de la membrana de PEAD, un sistema de drenaje con configuración tipo "espina de pescado". Este diseño permitirá la recolección eficiente de los lixiviados generados en toda la superficie de la celda, conduciéndolos hacia puntos específicos de extracción.

El sistema consistirá en una red de drenes principales y secundarios que funcionarán de manera coordinada para asegurar que no se produzcan acumulaciones de lixiviados en ningún sector de la celda. Los drenes principales tendrán mayor diámetro y seguirán las líneas de máxima pendiente hacia el punto de recolección, mientras que los drenes secundarios captarán los lixiviados de las áreas laterales y los conducirán hacia los drenes principales.

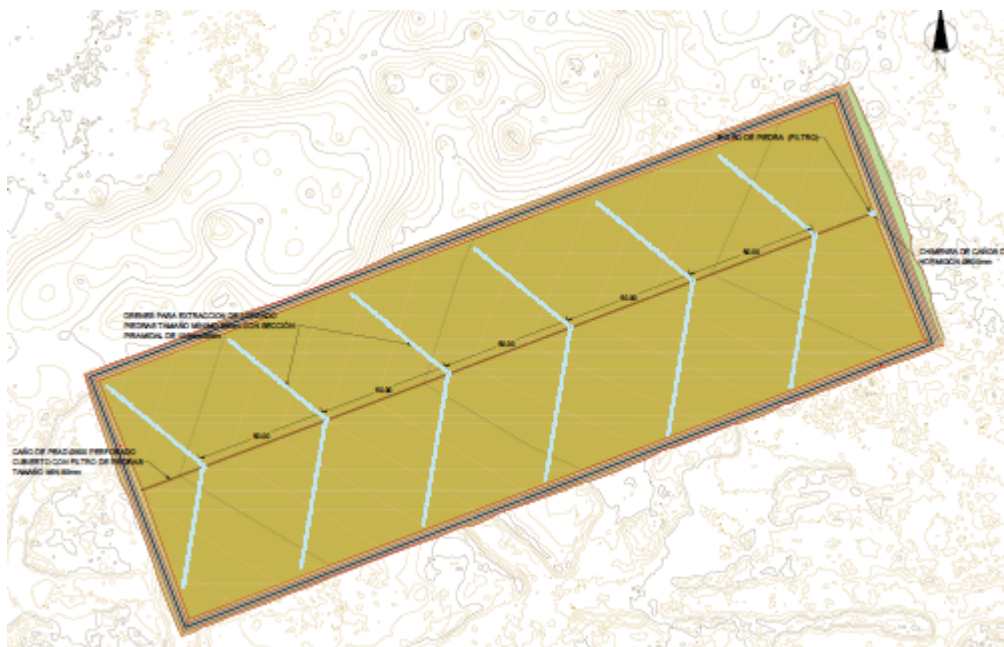


Imagen 15 - Drenes "espina de pescado" para extracción de lixiviados

5.3.2. Especificaciones técnicas del sistema

Las tuberías del sistema de drenaje serán de material resistente a la corrosión y a los componentes químicos esperados en los lixiviados. Se utilizarán tuberías perforadas con diámetros apropiados según los cálculos hidráulicos desarrollados en el diseño ejecutivo, rodeadas de material granular drenante que facilite la captación y conducción de los lixiviados.

El material granular envolvente tendrá características granulométricas específicas que aseguren alta permeabilidad y capacidad drenante, evitando la colmatación del sistema durante la vida útil de la celda. Se instalará geotextil de filtración alrededor del material granular para prevenir la migración de finos que puedan afectar el funcionamiento del sistema.

DETALLE B

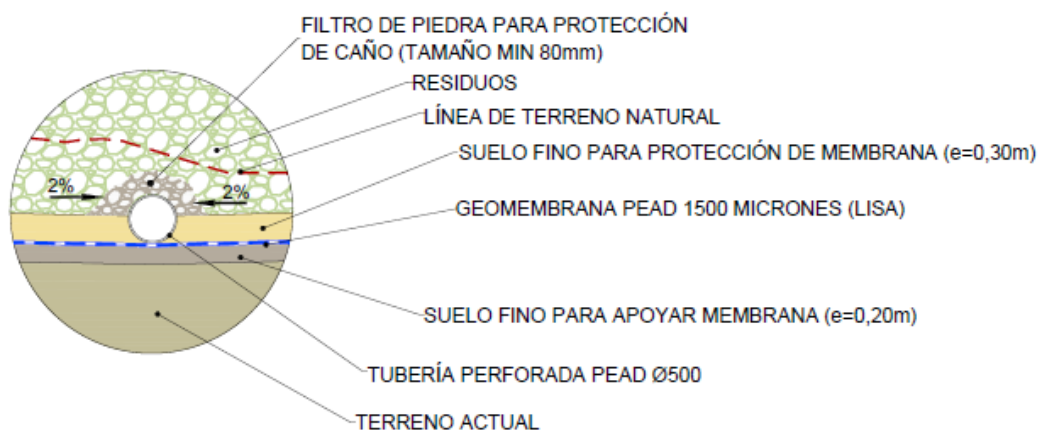


Imagen 16 - Detalle colector principal

5.3.3. Torre de extracción y bombeo

El sistema de drenaje culminará en una torre de caños de hormigón de 600 mm de diámetro instalada en el punto más bajo de la celda, que conectará con todo el sistema de drenaje tipo espina de pescado. Esta torre permitirá el acceso para las actividades de extracción de lixiviados y facilitará el mantenimiento del sistema durante la operación.

La extracción de lixiviados se realizará mediante camión atmosférico, sistema que proporciona flexibilidad operativa y permite el manejo de volúmenes variables según las condiciones climáticas y el grado de llenado de la celda. Los lixiviados extraídos serán transportados hacia el Centro Ambiental Jujuy para su tratamiento, o donde indique la Inspección según las condiciones específicas del proyecto.

5.4. Recolección y disposición de residuos del BCA Perico

5.4.1. Metodología de remoción sistemática

La recolección de residuos del BCA Perico se realizará de manera sistemática y coordinada con el avance de la construcción de la celda de seguridad, optimizando el uso de equipos y personal, y minimizando las distancias de transporte de materiales. La secuencia de remoción seguirá la sectorización establecida en los estudios preliminares, pero podrá ajustarse según las necesidades operativas y el avance de la construcción de la celda.

La metodología de remoción variará según las características específicas de cada sector, adaptando las técnicas empleadas a las condiciones particulares de volumen, tipo de residuos, accesibilidad y proximidad a elementos sensibles como el río Perico. Para los sectores con residuos dispersos se empleará combinación de remoción mecánica y manual, mientras que para

los playones de descarga se utilizará principalmente remoción mecánica con equipos especializados.

Equipos y procedimientos: Se utilizarán excavadoras con capacidad apropiada para el manejo de residuos heterogéneos, cargadores frontales para tareas de apoyo, y camiones volcadores con sistemas de cobertura de carga. La remoción se realizará siguiendo un patrón sistemático que avance desde los límites exteriores de cada sector hacia el centro, minimizando la dispersión de residuos durante las operaciones.

5.4.2. Gestión de suelos contaminados

Durante las actividades de remoción de residuos se identificarán las áreas donde sea necesario remover suelos contaminados, estableciendo criterios técnicos que consideren tanto la inspección visual como la presencia de evidencias de infiltración de lixiviados. La profundidad de remoción será determinada según las condiciones específicas encontradas en cada sector.

La remoción de suelos contaminados se realizará mediante excavación controlada, segregando estos materiales de los suelos limpios para su disposición apropiada en la celda de seguridad junto con los residuos. Se realizará verificación mediante muestreo de los suelos remanentes para confirmar la efectividad de la remoción en las áreas críticas.

5.4.3. Transporte y disposición en celda

El transporte de residuos desde las áreas de remoción hasta la celda de seguridad se realizará utilizando rutas optimizadas que minimicen las distancias y eviten interferencias con otras actividades del proyecto. Los vehículos de transporte contarán con sistemas de cobertura que eviten la dispersión de materiales durante el traslado.

La disposición de residuos en la celda seguirá procedimientos específicos que incluyan el extendido en capas de espesor apropiado, compactación controlada para alcanzar las densidades objetivas, y cobertura diaria para control de vectores y olores. Se mantendrán registros detallados de los volúmenes dispuestos, las densidades alcanzadas, y cualquier observación relevante sobre las características de los materiales.

5.5. Recepción de residuos provenientes de basurales satélites

5.5.1. Coordinación operativa con otros lotes

La celda de seguridad funcionará como centro de recepción para los residuos provenientes de los Lotes 2 y 3, según la secuenciación establecida donde el Lote 2 (BCA Monterrico + El Carmen/San Antonio) puede desarrollarse de manera coordinada con las actividades del Lote 1,

mientras que el Lote 3 (BCA Chanchillos) se ejecutará una vez finalizados completamente los Lotes 1 y 2.

Recepción desde Lote 2: Los residuos provenientes del BCA Monterrico y los BCA El Carmen/San Antonio podrán ser recibidos una vez que la celda alcance su capacidad operativa básica. Se prevé una capacidad de recepción coordinada mínima de 1500 m³/día, desde el BCA Monterrico y el BCA El Carmen/San Antonio.

Recepción desde Lote 3: Una vez finalizados los Lotes 1 y 2, la celda dedicará su capacidad operativa completa a la recepción de residuos del BCA Chanchillos. Se estima una capacidad de recepción mínima necesaria de 2500 m³/día durante el desarrollo de este lote, considerando la posibilidad de incrementarse significativamente.

5.5.2. Protocolos de recepción y control

Verificación en garita de control: Todos los vehículos que ingresen con residuos externos serán registrados en la garita de control, verificando la correspondencia entre los registros de salida del BCA origen y la documentación de transporte. Se controlará que los vehículos cuenten con sistemas apropiados de cobertura de carga y que cumplan con las especificaciones técnicas establecidas.

Inspección de cargas: Se realizará inspección visual de las cargas para identificar materiales no conformes o que requieran manejo especial, prestando particular atención a los residuos provenientes del BCA Chanchillos que pueden incluir residuos patógenos confirmados según la documentación disponible. Las cargas que no cumplan con los criterios establecidos podrán ser rechazadas con registro de los motivos.

Pesaje y registro: Todos los residuos recibidos serán pesados en la báscula de la instalación, manteniendo registros detallados que incluyan fecha y hora de recepción, origen específico, peso y volumen estimado, características observadas, y ubicación de disposición en la celda. Esta información será parte del sistema de trazabilidad del proyecto.

5.5.3. Gestión de residuos volados durante recepción

Durante las actividades de recepción y disposición de residuos externos se intensificarán las medidas de control de residuos volados, considerando que el incremento en la actividad puede generar mayor dispersión de materiales livianos. El equipo permanente de recolección de volados se reforzará durante los períodos de alta actividad de recepción.

Se implementarán inspecciones adicionales del área circundante durante y después de las actividades de descarga de residuos externos, con recolección inmediata de cualquier material

disperso identificado. Las rutas de acceso de vehículos externos serán inspeccionadas diariamente para asegurar que no se produzca acumulación de residuos volados.

5.5.4. Infraestructura de acceso y áreas de maniobras para recepción de residuos externos

5.5.4.1 Responsabilidades del adjudicatario para infraestructura operativa

El adjudicatario del Lote 1 será completamente responsable de asegurar, construir, acondicionar y mantener toda la infraestructura de acceso y maniobras necesaria para la recepción eficiente de los camiones provenientes de los otros lotes del proyecto. Esta responsabilidad incluye la infraestructura existente y las adecuaciones requeridas para la operación coordinada entre lotes.

Caminos de acceso desde vías públicas:

El adjudicatario deberá garantizar condiciones apropiadas de transitabilidad desde la vía pública principal hasta la celda de seguridad, incluyendo:

- Acondicionamiento y mantenimiento de caminos de acceso existentes
- Construcción de tramos adicionales cuando sea técnicamente necesario
- Señalización apropiada para direccionamiento de vehículos de carga
- Sistemas de drenaje para prevenir anegamientos durante períodos de lluvia
- Compactación y perfilado que permita tránsito seguro de camiones cargados

Áreas de maniobras y circulación interna:

Se construirán y mantendrán áreas de maniobras dimensionadas apropiadamente para la operación simultánea de vehículos de diferentes capacidades, considerando:

- Playa de maniobras con superficie mínima de 2.500 m² para operación simultánea
- Radios de giro apropiados para camiones de hasta 20 m³ de capacidad
- Áreas de espera que eviten interferencias entre vehículos durante períodos de alta demanda
- Sistemas de drenaje interno que eviten formación de charcos o barro

5.5.4.2 Especificaciones técnicas de construcción

Parámetros de diseño estructural:

Los caminos y áreas de maniobras deberán soportar las cargas de diseño correspondientes a vehículos pesados cargados, aplicando los siguientes criterios:

- Capacidad portante mínima: 8 tn/eje para camiones tipo
- Estructura de base granular
- Material de rodadura apropiado para prevenir generación de polvo

Sistemas de drenaje y control de aguas:

- Cunetas laterales con sección triangular o trapezoidal según caudales de diseño
- Alcantarillas y badenes para manejo de escorrentías transversales
- Conexión apropiada con drenajes naturales

5.5.4.3 Mantenimiento y contingencias

Mantenimiento preventivo:

- Inspección semanal de condiciones de transitabilidad
- Reposición inmediata de material de rodadura en sectores deteriorados
- Mantenimiento de sistemas de drenaje con limpieza trimestral mínima
- Reparación inmediata de deformaciones o baches que afecten seguridad operativa

Protocolos de contingencia:

- Procedimientos alternativos para condiciones climáticas adversas
- Rutas de desvío interno ante necesidades de reparación de accesos principales
- Sistemas de comunicación con otros lotes para coordinación ante contingencias
- Equipos de emergencia para reparaciones urgentes de infraestructura crítica

5.6. Metodología de disposición y compactación de residuos

5.6.1. Procedimientos de disposición controlada

La disposición de residuos en la celda de seguridad seguirá procedimientos específicos diseñados para optimizar el uso del volumen disponible, asegurar la estabilidad del conjunto, y facilitar las operaciones de control ambiental. Los residuos se dispondrán en capas de espesor controlado, alternando los materiales según sus características para lograr una mezcla apropiada que facilite la compactación.

Extendido en capas: Los residuos se extenderán en capas de espesor máximo de 60 centímetros antes de la compactación, distribuyéndolos uniformemente sobre la superficie de trabajo. Se prestará especial atención a evitar la concentración excesiva de materiales de baja densidad en sectores específicos, buscando una distribución homogénea que facilite la compactación efectiva.

Manejo de materiales especiales: Los residuos que requieran manejo diferenciado, como neumáticos, escombros, o residuos patógenos cuando corresponda, se dispondrán siguiendo

protocolos específicos que pueden incluir pre-tratamiento, ubicación en sectores designados, o intercalado con otros materiales según sus características particulares.

5.6.2. Compactación controlada

La compactación de residuos se realizará utilizando equipamiento especializado apropiado para este tipo de materiales, con el objetivo de alcanzar densidades que optimicen el uso del volumen de la celda y proporcionen estabilidad apropiada al conjunto. Se utilizarán equipamientos con peso y características técnicas especificadas en el diseño ejecutivo.

Control de densidades: Se implementarán procedimientos y ensayos específicos para determinar la densidad final de los residuos una vez compactados, incluyendo controles periódicos que verifiquen el cumplimiento de los objetivos establecidos. La densidad objetivo será establecida en el diseño ejecutivo considerando las características de los materiales y los requerimientos de estabilidad.

5.7. Cobertura final de los residuos

5.7.1. Sistema de cobertura multicapa

Una vez completada la disposición de residuos hasta alcanzar las cotas de proyecto, incluyendo tanto los residuos del BCA Perico como los provenientes de los basurales satélites, se procederá a la cobertura final de la celda mediante un sistema multicapa diseñado para proporcionar impermeabilización superior, control de infiltración de aguas pluviales, soporte para revegetación, e integración paisajística con el entorno natural.

El sistema multicapa se implementará siguiendo la secuencia establecida en las especificaciones técnicas del proyecto, comenzando con la capa de ecualización sobre la superficie final compactada de residuos.

5.7.2. Capa de ecualización

Como primera capa del sistema de cobertura final se colocará una capa de ecualización con un espesor mínimo de 30 centímetros sobre la superficie final de residuos compactados. Esta capa utilizará suelo de cualquier característica, recomendándose suelos finos, y cumplirá las siguientes funciones específicas:

Nivelación y uniformización: La capa de ecualización proporcionará una superficie nivelada y uniforme que corrija las irregularidades menores que puedan existir en la superficie final compactada de residuos, creando una base apropiada para la instalación de las capas superiores del sistema de cobertura.

Soporte estructural: Actuará como elemento de soporte y distribución de cargas para las capas superiores, proporcionando estabilidad mecánica al conjunto del sistema de cobertura y facilitando las operaciones de construcción de las capas siguientes.

Facilitación del drenaje superficial: La conformación de esta capa considerará las pendientes apropiadas para facilitar el drenaje superficial del sistema completo, evitando acumulaciones de agua que puedan comprometer la estabilidad o efectividad de las capas superiores.

Especificaciones técnicas: El material de la capa de ecualización será suelo del lugar o similar, libre de elementos orgánicos en descomposición, con granulometría apropiada para una compactación uniforme. La compactación se realizará alcanzando como mínimo el 85% de la densidad máxima del ensayo Proctor Standard para asegurar la estabilidad de la capa.

5.7.3. Capa impermeabilizante de baja permeabilidad

Sobre la capa de ecualización se instalará una capa de suelo de baja permeabilidad con un espesor de 60 centímetros, conformada por material con coeficiente de permeabilidad baja. Esta capa constituye el elemento principal de control de infiltración del sistema de cobertura final.

Funciones de la capa impermeabilizante:

Minimización de infiltración: La capa impermeable minimizará la infiltración de agua de lluvia hacia los residuos confinados, reduciendo significativamente la generación futura de lixiviados en la celda de seguridad.

Aislamiento de residuos: Proporcionará aislamiento efectivo de los residuos respecto del ambiente exterior, constituyendo una barrera que impida el contacto directo entre los materiales confinados y el medio ambiente.

Especificaciones constructivas:

Colocación en subcapas: La capa se colocará en subcapas de no más de 30 centímetros de espesor, compactadas al 90% del Proctor estándar para asegurar las características de permeabilidad requeridas. Cada subcapa será compactada independientemente antes de la colocación de la siguiente.

Control de permeabilidad: Se realizarán ensayos de permeabilidad en campo para verificar que el material alcance el coeficiente de permeabilidad especificado. La frecuencia de ensayos será establecida según protocolos de control de calidad, con un mínimo de un ensayo cada 5000 m² de superficie construida.

Control de humedad: La colocación y compactación se realizará con control estricto de humedad, manteniendo el contenido de agua dentro del rango óptimo para alcanzar la

permeabilidad requerida. Se evitará la colocación durante condiciones climáticas adversas que puedan comprometer las características del material.

5.7.4. Capa de suelo vegetal para revegetación

Como cobertura superior del sistema se instalará una capa de suelo vegetal con un espesor de 40 centímetros, utilizando suelo con capacidad apropiada para promover y sostener vegetación autóctona de la región.

Funciones de la capa vegetal:

Protección contra erosión: La capa protegerá las capas subyacentes de la erosión causada por viento y precipitaciones, manteniendo la integridad del sistema de cobertura a largo plazo.

Soporte para vegetación: Proporcionará el sustrato apropiado para el desarrollo de vegetación autóctona, incluyendo contenido apropiado de materia orgánica, características físico-químicas favorables, y profundidad suficiente para el desarrollo radicular.

Integración paisajística: Facilitará el desarrollo de vegetación autóctona que contribuya a la integración paisajística de la celda clausurada con el entorno natural circundante.

Control de erosión superficial: La capa vegetal, una vez establecida la cobertura vegetal, proporcionará control efectivo contra la erosión superficial mediante la protección que brindan las raíces de la vegetación y la cobertura aérea de las plantas.

Especificaciones del suelo vegetal:

Calidad del material: El suelo vegetal tendrá contenido apropiado de materia orgánica (mínimo 2%), pH neutro o ligeramente alcalino compatible con la vegetación local, y características físicas que favorezcan el drenaje y la aireación.

Preparación y colocación: La colocación del suelo vegetal se realizará en condiciones climáticas apropiadas, evitando períodos de precipitaciones intensas o vientos fuertes. Se realizará preparación superficial ligera que facilite la germinación y establecimiento inicial de la vegetación.

5.7.5. Construcción y control de calidad del sistema

Secuenciación constructiva: La construcción del sistema de cobertura se realizará por sectores, completando todo el sistema multicapa en cada sector antes de avanzar al siguiente. Esta metodología asegura que las capas inferiores no se vean afectadas por el tránsito de equipos durante la construcción de capas superiores.

Control de calidad integrado: Se implementará un programa de control de calidad que incluya ensayos de compactación para cada capa, verificación de espesores mediante relevamientos

topográficos, ensayos de permeabilidad para la capa impermeabilizante, y análisis de calidad del suelo vegetal.

Protección durante construcción: Durante la construcción se implementarán medidas de protección que eviten la contaminación cruzada entre capas, el daño por tránsito de equipos sobre capas terminadas, y la alteración por condiciones climáticas adversas.

Documentación: Se mantendrán registros completos de la construcción de cada capa, incluyendo procedencias de materiales, resultados de ensayos de control de calidad, condiciones climáticas durante la construcción, y cualquier observación relevante sobre el proceso constructivo.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA RESUMIDA DEL SISTEMA DE COBERTURA FINAL:

- Capa de ecualización: 30 cm mínimo de suelo común compactado
- Capa impermeabilizante: 60 cm de suelo de baja permeabilidad
- Capa vegetal: 40 cm de suelo vegetal con capacidad de soporte para vegetación
- Espesor total del sistema: 130 cm mínimo.

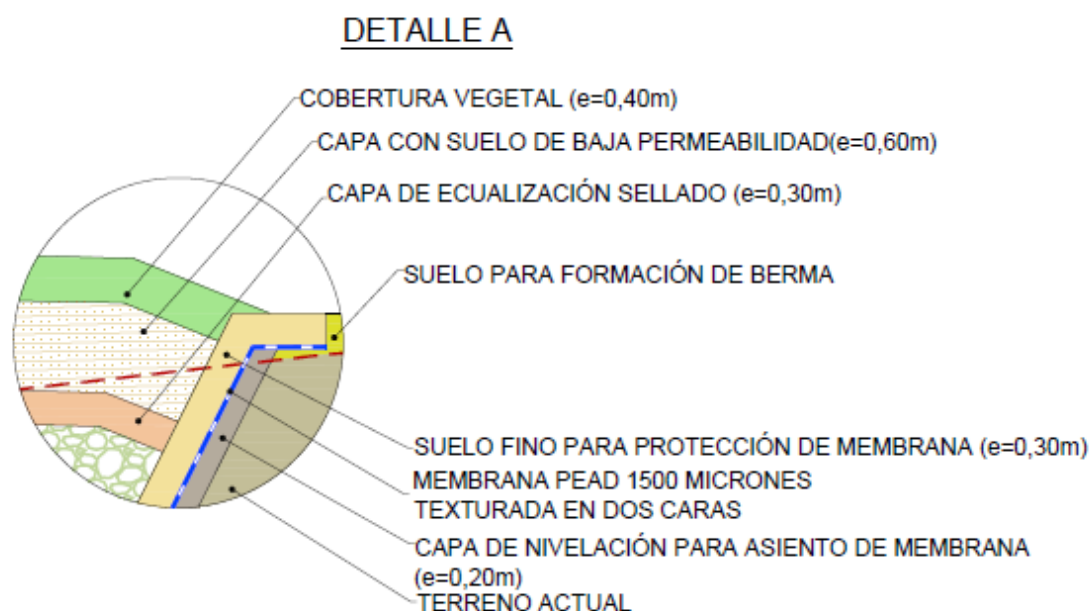


Imagen 17- Celda de seguridad- detalle

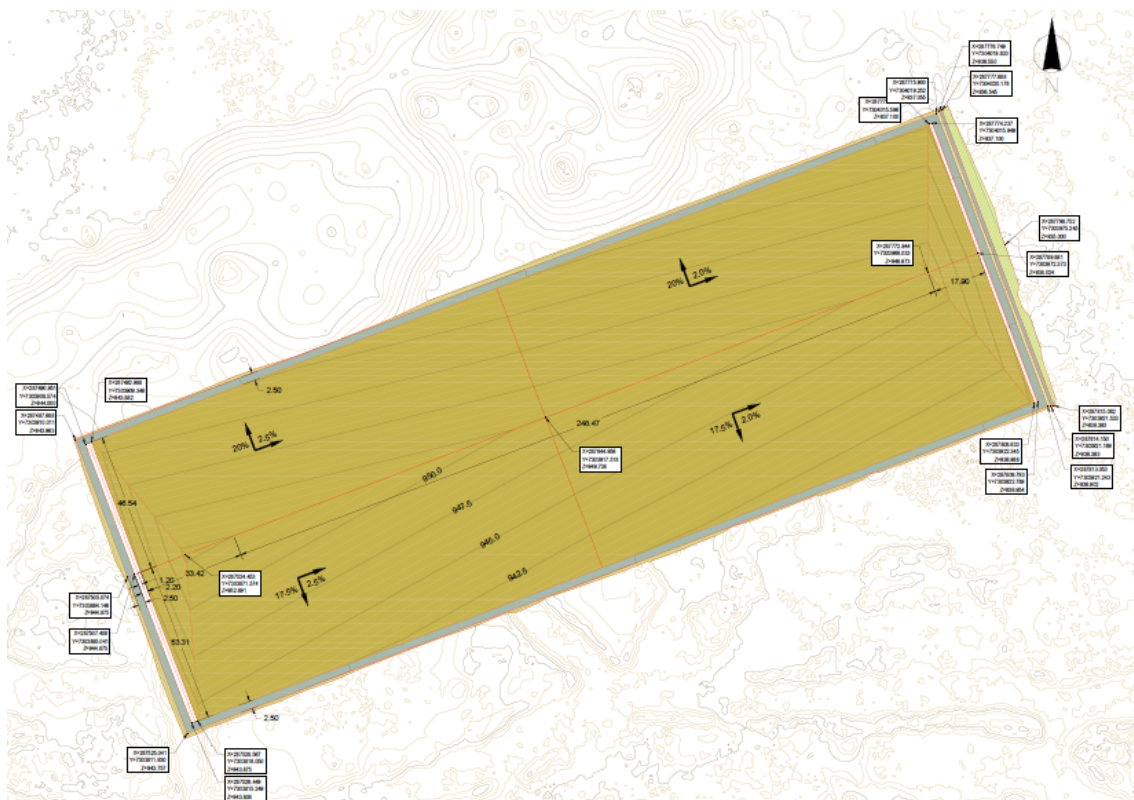


Imagen 18- Celda de seguridad - Cobertura final

5.8. Colocación de vegetación autóctona

5.8.1. Objetivos de la revegetación

La revegetación del área debe asegurar la integración paisajística y la estabilidad del terreno, cumpliendo múltiples funciones que incluyen la protección de las capas subyacentes contra la erosión, el control de procesos erosivos en taludes y superficies, la facilitación del desarrollo de vegetación autóctona adaptada a las condiciones locales, y la integración visual de la celda clausurada con el entorno natural circundante.

La selección de especies y los métodos de plantación se basarán en criterios técnicos específicos que consideren las características particulares de cada zona de la celda de seguridad, las condiciones de exposición al viento y precipitaciones, y los requerimientos específicos de control de erosión según la orientación de cada sector.

5.8.2. Barrera forestal perimetral

Ubicación y características: Antes de la berma de la celda de seguridad que da al oeste se colocará una cortina forestal con especies arbóreas de gran porte. Esta barrera forestal cumplirá funciones de protección visual, control de vientos predominantes, y integración paisajística de la obra con el entorno natural.

Especificaciones técnicas de la barrera forestal: La disposición se realizará en dos hileras escalonadas para maximizar efecto visual, utilizando especies de rápido crecimiento y follaje denso, con plantación fuera del área de influencia de la celda. La barrera se ubicará a una distancia mínima de 10 metros desde el pie de la berma perimetral oeste, asegurando que no interfiera con la estabilidad de la celda ni con las actividades de mantenimiento.

Selección de especies para barrera forestal: Se priorizarán especies nativas de gran porte adaptadas a las condiciones climáticas locales, incluyendo especies como algarrobos, tipas, y otras especies arbóreas autóctonas que proporcionen cobertura densa y crecimiento relativamente rápido. Los ejemplares tendrán una altura mínima de plantación de 1,5 metros y edad mínima de 3 años para asegurar supervivencia y desarrollo apropiado.

Metodología de plantación: La plantación se realizará en hoyos de dimensiones apropiadas según el tamaño del sistema radicular, con preparación de suelo mediante incorporación de materia orgánica cuando sea necesario. Se establecerá un sistema de riego de apoyo durante los primeros dos años de establecimiento, particularmente durante los períodos secos.

5.8.3. Revegetación de la cobertura final

Especies rastreras para superficie horizontal: Sobre la cobertura final de los residuos, en las áreas de superficie horizontal y con pendientes suaves, se utilizarán exclusivamente especies rastreras que proporcionen cobertura densa del suelo y control efectivo de la erosión eólica e hídrica.

Características de las especies rastreras: Las especies seleccionadas deberán tener características de crecimiento horizontal extensivo, sistema radicular superficial pero denso, resistencia a condiciones de sequía, y capacidad de establecimiento en suelos de cobertura. Se priorizarán gramíneas nativas y leguminosas rastreras que proporcionen fijación de nitrógeno al suelo.

Metodología de siembra: La siembra de especies rastreras se realizará mediante técnicas apropiadas que pueden incluir siembra al voleo, siembra en líneas, o combinación de ambas técnicas según las condiciones específicas de cada sector. Se realizará durante la época más favorable según el calendario climático local, preferentemente al inicio del período de lluvias.

Densidad de siembra: Se establecerá una densidad de plantación que asegure cobertura efectiva, considerando el número de especies por m² según las características específicas de

cada especie seleccionada. La densidad se ajustará considerando las tasas de germinación esperadas y los factores ambientales locales.

5.8.4. Plantación de vetiver en taludes específicos

Ubicación específica del vetiver: En los taludes de las bermas que dan hacia el río, correspondientes a la berma oeste y la berma sur, se colocará vetiver con densidad de 3 plantas/m², en hileras horizontales cada 1 metro vertical. Esta disposición específica responde a la necesidad de control intensivo de erosión en los sectores más expuestos a la acción de vientos y escorrentías.

Características del vetiver: El vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) es una gramínea perenne especialmente efectiva para control de erosión debido a su sistema radicular profundo y denso, su resistencia a condiciones adversas, y su capacidad de establecimiento en taludes con pendientes pronunciadas. Esta especie tiene la ventaja adicional de no ser invasiva y proporciona estabilización efectiva del suelo. Además, se utiliza en remediación de sitios y en este caso como control ante posibles derrames o filtraciones.

Metodología de plantación del vetiver: La plantación seguirá un patrón sistemático con hileras horizontales cada 1 metro vertical de diferencia de cota, manteniendo la densidad de 3 plantas por metro cuadrado de superficie de talud. Las plantas se ubicarán en pequeñas terrazas o escalones construidos en el talud para facilitar su establecimiento inicial.

Especificaciones técnicas de plantación: Se utilizarán plántulas de vetiver con sistema radicular desarrollado, plantadas en hoyos de dimensiones apropiadas con preparación básica del suelo. La plantación se realizará durante la época de mayor humedad para favorecer el establecimiento inicial, proporcionando riego de apoyo si es necesario durante los primeros meses.

5.8.5. Reposición de suelo en depresiones por remediación

Identificación de depresiones: En las áreas donde se haya realizado remoción de suelos contaminados producto de las actividades de remediación, se identificarán las depresiones que se hayan formado y que requieran reposición de material para restaurar la topografía original del terreno.

Especificaciones del suelo de reposición: Se utilizará suelo que tenga contenido de materia orgánica mínimo necesario para facilitar la recuperación natural del entorno. El material debe tener características físico-químicas apropiadas que permitan el establecimiento espontáneo de vegetación nativa y la recolonización natural por especies locales.

Características del suelo orgánico: El suelo de reposición debe contener un mínimo de 2% de materia orgánica, tener pH neutro o ligeramente alcalino, estar libre de contaminantes y elementos tóxicos, y presentar estructura física que favorezca el desarrollo de microorganismos del suelo y el establecimiento de vegetación.

Metodología de reposición: La colocación del suelo se realizará en capas de espesor apropiado, con compactación controlada que mantenga la estructura del suelo y no impida la infiltración de agua ni el desarrollo radicular. Se evitará la compactación excesiva que pueda limitar la colonización natural por vegetación.

Recuperación natural: Una vez colocado el suelo orgánico en las depresiones, se permitirá la recuperación natural del entorno mediante colonización espontánea por especies vegetales nativas. Este proceso de sucesión natural asegurará la integración apropiada con la vegetación circundante sin requerir intervenciones adicionales.

5.8.6. Cronograma y mantenimiento de la revegetación

Épocas de plantación: La revegetación se realizará durante las épocas más apropiadas según las condiciones climáticas locales, preferentemente durante el período de transición hacia la época húmeda para favorecer el establecimiento inicial de todas las especies.

Programa de mantenimiento: Se establecerá un programa de mantenimiento que incluya riego de apoyo durante el primer año en especies arbóreas, control de malezas invasoras, resiembra en áreas con fallas de establecimiento, y monitoreo del desarrollo de la cobertura vegetal.

Control de establecimiento: Se realizará monitoreo trimestral del establecimiento vegetal durante el primer año hasta la recepción definitiva de la obra, con medición de tasas de supervivencia, cobertura alcanzada, y efectividad para control de erosión. Se implementarán medidas correctivas según sea necesario para asegurar el cumplimiento de los objetivos de revegetación.

5.9. Construcción de canales perimetrales de guarda

5.9.1. Diseño del sistema de drenaje perimetral

Se construirá un sistema de canales perimetrales de guarda diseñado para interceptar y conducir las aguas de escorrentía superficial, evitando que ingresen al área de la celda de seguridad y minimizando la generación de lixiviados por infiltración de aguas pluviales. El diseño de estos canales considerará los caudales de escorrentía calculados para diferentes períodos de retorno según los estudios hidrológicos.

Los canales seguirán las curvas de nivel del terreno natural y se conectarán con los drenajes naturales existentes, conduciendo las aguas hacia cursos receptores apropiados. Se indicará el curso receptor específico con georreferenciación precisa del punto de descarga y se diseñarán las obras de arte necesarias cuando se requieran.

5.9.2. Especificaciones constructivas

Sección transversal: Los canales tendrán sección con dimensiones apropiadas según los caudales de diseño, incluyendo bordo libre suficiente para manejar variaciones en los caudales y prevenir desbordamientos durante eventos de precipitación intensa. Los taludes laterales tendrán pendientes y tamaños apropiadas para asegurar estabilidad y facilitar el mantenimiento.

Revestimiento y protección: Los canales contarán con revestimiento apropiado para prevenir erosión, que puede incluir césped, enrocado, o revestimientos más resistentes según las velocidades de flujo calculadas. En sectores con pendientes pronunciadas o velocidades altas se instalarán de ser necesarios obras de arte específicas para control de energía.

Mantenimiento: Se establecerán protocolos de mantenimiento de los canales perimetrales que incluyan inspección periódica, remoción de sedimentos acumulados, reparación de daños por erosión, y mantenimiento de la vegetación de protección. Estas actividades serán parte de las responsabilidades del Contratista durante el período de garantía.

6. ETAPA DE POST-CLAUSURA

La etapa de post-clausura constituye el período de seguimiento y control posterior a la finalización de las actividades de remediación, durante el cual se implementan las medidas de monitoreo a largo plazo y se verifica la efectividad de las soluciones implementadas. Esta etapa abarca desde la finalización de las actividades de clausura hasta la recepción definitiva de la obra, período durante el cual el Contratista mantiene responsabilidades específicas de monitoreo y mantenimiento según el plan que proponga y sea aceptado por la Inspección.

La duración de la etapa de post-clausura bajo responsabilidad del Contratista se establece desde la finalización de las obras de remediación hasta la recepción definitiva de la obra, período que permite evaluar el comportamiento de los sistemas implementados y verificar la estabilidad de las soluciones adoptadas.

6.1. Responsabilidades del Contratista durante post-clausura

6.1.1. Alcance de responsabilidades contractuales

El Contratista será responsable de realizar todos los monitoreos ambientales durante la ejecución de la remediación y hasta la recepción definitiva de la obra. Estas responsabilidades incluyen la implementación del plan de monitoreo que proponga y sea aceptado por la Inspección, el cumplimiento de las normativas aplicables y las sugerencias de la Dirección de Calidad Ambiental, y la presentación de toda la información necesaria para la recepción definitiva de la obra.

El Contratista deberá establecer y cumplir con el plan de monitoreo que proponga, teniendo en cuenta las normativas vigentes y las sugerencias técnicas de la Dirección de Calidad Ambiental. Este plan debe ser presentado para aprobación de la Inspección y constituirá parte de las obligaciones contractuales durante todo el período de responsabilidad del Contratista.

6.1.2. Plan de monitoreo bajo responsabilidad contractual

Monitoreo de aguas subterráneas: El Contratista continuará con el monitoreo de aguas subterráneas utilizando la red de pozos construida durante la etapa de pre-clausura, manteniendo la frecuencia trimestral establecida durante la operación de la celda hasta la recepción definitiva de la obra. Los parámetros analizados incluirán los establecidos en la etapa operativa, permitiendo evaluar tendencias en la calidad del agua subterránea.

Monitoreo de aguas superficiales: Se mantendrá el monitoreo trimestral de aguas superficiales en el río Perico mediante los puntos de control establecidos, siguiendo los mismos protocolos

implementados durante la etapa operativa. Los resultados se interpretarán considerando las variaciones estacionales naturales del curso de agua.

Control y gestión de lixiviados: Durante la post-clausura bajo responsabilidad contractual continuará la gestión de lixiviados, incluyendo extracciones programadas según las necesidades del sistema, monitoreo de la calidad de los lixiviados extraídos, y transporte hacia los sitios de tratamiento indicados por la Inspección.

6.1.3. Mantenimiento de infraestructura bajo responsabilidad contractual

Cobertura final y control de erosión: El Contratista será responsable del mantenimiento de la cobertura final, incluyendo inspecciones regulares del estado de la cobertura vegetal, implementación de medidas correctivas ante procesos erosivos, mantenimiento de la vegetación establecida, y resembrado en áreas con fallas de implantación.

Sistemas de drenaje: Se mantendrán en funcionamiento apropiado los canales perimetrales de guarda y el sistema de drenaje de lixiviados, incluyendo actividades de limpieza, reparación de daños, y verificación del funcionamiento de todas las obras de arte instaladas.

Pozos de monitoreo: Los pozos de monitoreo se mantendrán en condiciones operativas apropiadas, incluyendo desarrollo periódico, limpieza, calibración de equipos, y reparación de cualquier daño que afecte su funcionamiento.

6.2. Traspaso de responsabilidades post-recepción definitiva

6.2.1. Finalización de responsabilidades contractuales

Una vez alcanzada la recepción definitiva de la obra, finalizarán todas las responsabilidades del Contratista relacionadas con el monitoreo ambiental y control de la remediación. A partir de ese momento, será responsabilidad de GIRSU S.E. el control ambiental de la obra de remediación, deslindando al Contratista de estos controles por no pertenecer a los períodos de obra contractuales.

El traspaso de responsabilidades incluirá la entrega formal de toda la documentación técnica generada, la transferencia de conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas implementados, y la entrega física de la infraestructura en condiciones apropiadas para su operación continuada.

6.2.2. Planificación del monitoreo a largo plazo

Posterior a la recepción definitiva, GIRSU S.E. en concordancia con el Ministerio de Ambiente pactará y planificará según requerimientos locales los monitoreos ambientales necesarios para

el control de la remediación en el largo plazo. Esta planificación será independiente de las obligaciones contractuales del Contratista y responderá a las necesidades específicas de control ambiental identificadas por los organismos competentes.

La planificación del monitoreo a largo plazo considerará las características específicas del sitio, los resultados obtenidos durante el período contractual, las normativas ambientales vigentes, y los requerimientos específicos establecidos por las autoridades ambientales competentes.

6.3. Informes y documentación durante responsabilidad contractual

6.3.1. Informes trimestrales del Contratista

Durante la etapa de post-clausura bajo responsabilidad contractual, el Contratista presentará informes trimestrales que consoliden toda la información de monitoreo ambiental, incluyendo resultados de análisis de aguas subterráneas y superficiales, gestión de lixiviados, estado de infraestructura, y evaluación de la cobertura vegetal.

Los informes incluirán interpretación técnica de los resultados, análisis de tendencias, comparación con períodos anteriores y valores de línea base, y recomendaciones sobre medidas correctivas cuando sean necesarias. Esta documentación será parte de los requisitos para la recepción definitiva de la obra.

6.3.2. Documentación para traspaso de responsabilidades

El Contratista preparará documentación completa para el traspaso de responsabilidades, incluyendo compilación de todos los registros técnicos del proyecto, manuales de operación y mantenimiento de los sistemas implementados, registros históricos de monitoreo ambiental, y recomendaciones para la continuidad del monitoreo a largo plazo.

Esta documentación será entregada a la inspección como parte del proceso de recepción definitiva, proporcionando la base técnica necesaria para la planificación del monitoreo ambiental posterior que estará a cargo de dicho organismo.

6.4. Criterios para recepción definitiva y finalización de responsabilidades

6.4.1. Criterios técnicos para recepción definitiva

La recepción definitiva requerirá el cumplimiento de criterios técnicos específicos que incluyan funcionamiento efectivo de sistemas de impermeabilización y drenaje, estabilidad de la cobertura final, funcionamiento apropiado de canales perimetrales, establecimiento exitoso de vegetación nativa con cobertura igual o mayor al 70%, y ausencia de procesos erosivos significativos.

6.4.2. Criterios ambientales y sanitarios

Se verificará la ausencia de impactos sobre aguas subterráneas y superficiales según parámetros monitoreados, ausencia de riesgos sanitarios para población circundante y control efectivo de vectores certificado por autoridades competentes.

6.4.3. Documentación requerida para recepción definitiva

La recepción definitiva requerirá certificado de conformidad de sistemas implementados, protocolo de ensayos de funcionalidad, compilación completa de registros de monitoreo durante obra y post-clausura contractual, informe técnico de verificación de cumplimiento de objetivos, y acta de conformidad ambiental emitida por consultor independiente acreditado.

6.5. Disposiciones finales sobre responsabilidades

6.5.1. Delimitación clara de responsabilidades

Una vez otorgada la recepción definitiva de la obra, quedarán claramente deslindadas todas las responsabilidades del Contratista relacionadas con monitoreo ambiental y control de la remediación. A partir de ese momento, GIRSU S.E. asumirá la responsabilidad completa del control ambiental de la obra de remediación según los planes que establezca en concordancia con el Ministerio de Ambiente.

6.5.2. . Continuidad del control ambiental

La finalización de las responsabilidades contractuales del Contratista no implica la finalización del control ambiental del sitio, sino su traspaso a GIRSU S.E., organismo que planificará y ejecutará el monitoreo ambiental a largo plazo según los requerimientos específicos establecidos por las autoridades ambientales competentes y las necesidades locales identificadas.

NOTA IMPORTANTE: *Todas las especificaciones técnicas contenidas en este documento constituyen parámetros orientativos basados en ingeniería conceptual. El Oferente adjudicatario deberá desarrollar la ingeniería de detalle correspondiente, verificando mediante estudios específicos la adecuación de estos parámetros a las condiciones particulares del sitio y ajustándolos según sea necesario para garantizar el cumplimiento de los objetivos técnicos y ambientales del proyecto.*