

MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA MINIMIZAR RIESGOS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO PRESENTACIÓN PARA DIGERDE-AGISA Guatemala, 24 de mayo de 2024

ALGO SOBRE RIESGOS EN EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GENERAL Y PARTICULARMENTE, EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN Y TRATAMIENTO.

El caso es que los riesgos en el manejo de los residuos sólidos están distribuidos, prácticamente, en todo el proceso gestor para la consecución de un manejo integral adecuado. Las plantas son solo un eslabón de la cadena: generación, almacenaje y separación o preselección domiciliar, transporte separativo, depósito en sitios de acopio de material reciclable, plantas de separación y segregación definitiva, traslado a sitios de TRATAMIENTO (compostaje y coprocesamiento) y a sitio de disposición final.

Todo será ilustrado en la presentación que procede.

A cargo de César Barrientos, Ingeniero, Civil, Ambiental y Sanitario
Consultor Principal de ECONSULT: Empresa en Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Email: cbeconsult@gmail.com. Teléfono No. 5413 0723

PRIMERO, HAY QUE CONSIDERAR LOS INSTRUMENTOS LEGALES COMO EIA'S Y LAS CATEGORÍAS DEL LISTADO TAXATIVO DE PROYECTOS, OBRAS, INDUSTRIAS O ACTIVIDADES

CASO DEL SECTOR SANEAMIENTO Y DEL SUBSECTOR DE DESECHOS SÓLIDOS

Para categorizar los instrumentos ambientales predictivos y/o correctivos

ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 204-2019

SECTOR 11. SANEAMIENTO															
SECTOR 11. SANEAMIENTO; SUBSECTOR A. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS COMÚNES															
No.	ACTIVIDAD ECONÓMICA (CIU)	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE IMPACTO	UNIDAD DE MEDIDA	CIU-4	Categoría C		Categoría C con PGA		Categoría B2		Categoría B1		Categoría A	
						Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
5	Recuperación de materiales.	Planta de selección y clasificación y/o centro de acopio temporal de residuos y desechos no peligrosos.	Peso	Tonelada / día	3830			<=50		>50					
Contemplar los TDR's específicos del Departamento para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos.															
6	Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	Compostaje de residuos orgánicos (sin fines energéticos).	Peso	Tonelada / día	3821			>0.01	5	>5					
Contemplar los TDR's específicos del Departamento para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos.															
7	Recuperación de materiales.	Reciclaje de residuos inorgánicos no peligrosos.	Peso	Tonelada / día	3830			<=1		>1					
Contemplar los TDR's específicos del Departamento para el Manejo de los Residuos y Desechos Sólidos.															
8	Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos.	Planta de tratamiento de desechos no peligrosos.	Peso	Tonelada / día	3821					<=10	10	50	>50		

GENERALIDADES SOBRE ESTUDIOS DE GESTIÓN DE RIESGO



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL (ERA). Es un estudio que se realiza para identificar y analizar los peligros empleando metodologías aceptadas internacionalmente para evaluar las consecuencias de los riesgos potenciales.

En el estudio se declaran las medidas de prevención, mitigación, control y/o salvaguarda de seguridad que serán realizadas por el promovedor o regulado, para eliminar, atenuar y/o adoptar el riesgo.

ALGUNOS RIESGOS Y PREVISIONES PARA EL PERSONAL EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

- **Productos químicos: quemaduras químicas de piel y ojos o irritación.** Su almacenamiento encarna riesgo de **incendio, explosión** o de liberación de **vapores peligrosos**. Equipos de protección individual aconsejados: **guantes estancos, gafas de seguridad, máscara respiratoria contra vapores, traje de trabajo que cubra brazos y piernas y calzado de seguridad contra riesgos químicos.**
- **Elevación manual de cargas.** Trastornos dolorosos como lumbago, tendinitis, hernia discal o traumatismos óseos y musculares. Hay que limitar este tipo de tareas priorizando el uso de transpaletas o carretillas. **Los trabajadores que se ven muy expuestos a estos riesgos deberían contar con formación sobre buenas posturas a adoptar en el trabajo.**
- **Malas posturas y movimientos repetitivos.** las cintas transportadoras pueden acarrear trastornos musculoesqueléticos. Uso de **alfombras antifatiga** o **sillas para trabajar de pie.**
- **Riesgos mecánicos.** Exposición a golpes, aplastamientos, electrocuciones... Utilizar **ropa ajustada** para evitar quedarse enganchado a ciertas partes de la maquinaria.
- **Caídas de objetos.** espacios donde existen residuos apilados o siendo manipulados por encima del trabajador hay un enorme riesgo de caída. Usar **casco de seguridad** en todo momento.
- **Exposición al ruido.** Elevados niveles de ruido. Uso de **protección auditiva**, como cascos o tapones.



Conclusión. el sector de la gestión de residuos es muy amplio, por lo que la prevención de riesgos varía según el tipo de tarea y espacio de trabajo. Podemos afirmar que, de forma general, los trabajadores de esta área necesitan **utilizar en todo momento botas o zapatos antideslizantes con puntera de acero, chaleco reflectante y guantes.**



PLANTA VERTEDERO EN SAN LUCAS TOLIMÁN

EJEMPLOS DE PROBLEMAS DETECTADOS EN PLANTAS: CASO DE PROYECTOS MUNICIPALES QUE SE ENCUENTRAN EN MUNICIPIOS DEL A ORILLAS DEL LAGO DE ATITLÁN



VERTEDERO EN SAN ANDRÉS SAMETABAJ



VERTEDERO COLMATADO



COMPOSTERAS EN SAN PEDRO LA LAGUNA

TRATAMIENTOS ADECUADOS PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS (además de enterramiento simplificado)

PLANTA DEL IRTRA-RETALHU TRATAMIENTO INTEGRAL A BASE DE **COMPOSTAJE**

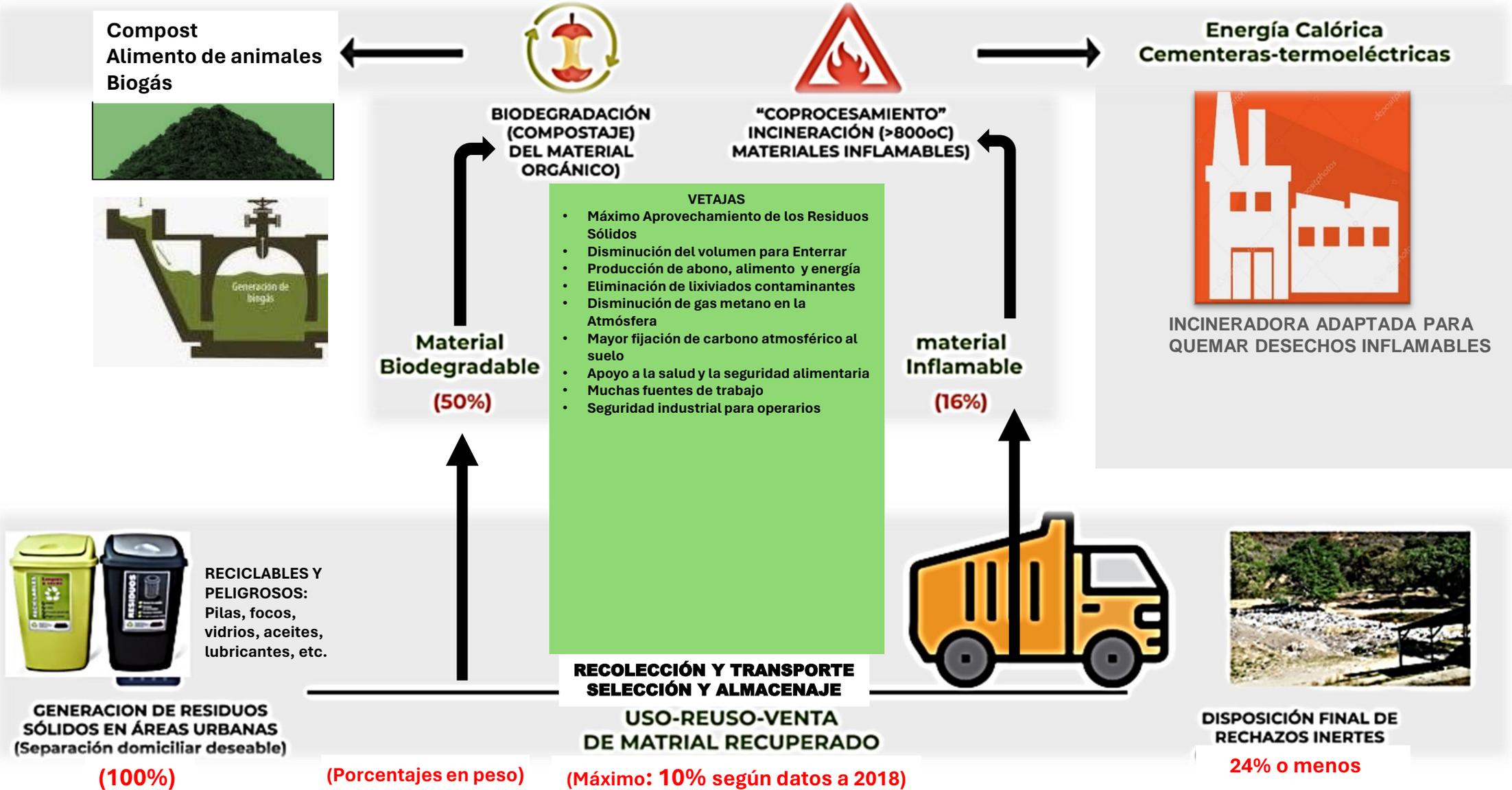


“PROVERDE” EN CEMENTOS PROGRESO **COPROCESAMIENTO** DE DESECHOS INFLAMABLES Incineración en hornos adecuados para evitar impactos ambientales negativos



OPCIÓN TECNOLÓGICA PARA EL ADECUADO MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: CASO DE CIUDADES PEQUEÑAS Y MEDIANAS

(con preceptos de la Economía Circular y mitigación de riesgos ambientales)



Opción Tecnológica del Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en Guatemala

Caso del Compostaje por Cámaras Autoventiladas* para ciudades pequeñas o barrios periurbanos, de 5-25 mil usuarios iniciales (alrededor de 2.5-12.5 toneladas diarias de material orgánico biodegradable)

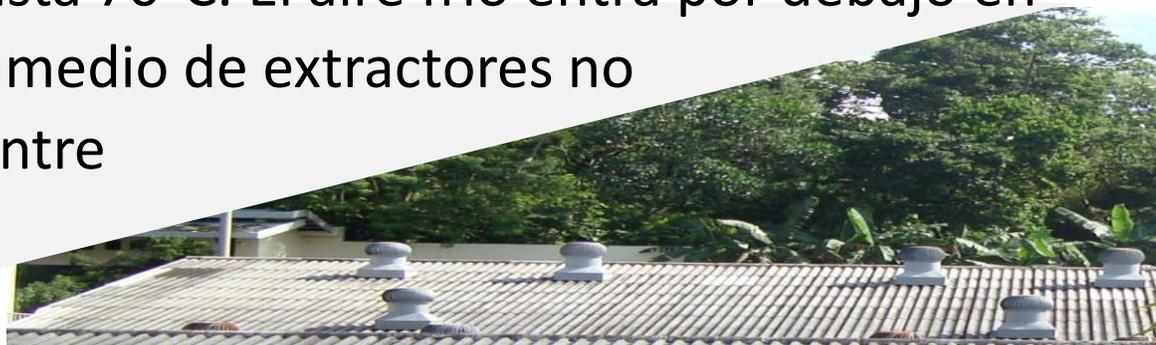
*Cámaras cerradas con ventilación forzada a partir de la exotermia del proceso de compostaje que calienta la biomasa hasta 70°C. El aire frío entra por debajo en zanjitas con rejillas y sale por arriba por medio de extractores no motorizados. Así, con un solo volteo entre dos etapas se logra la producción de Compost



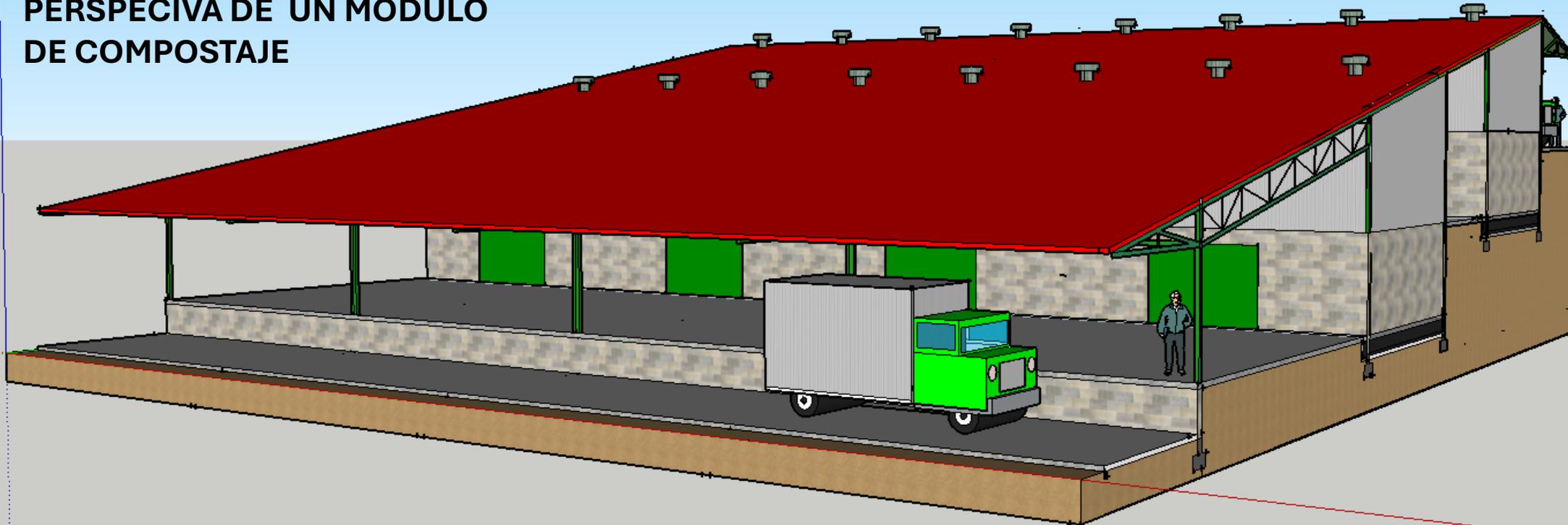
Opción Tecnológica del Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en Guatemala

Caso del Compostaje por Cámaras Autoventiladas*
para ciudades pequeñas o barrios periurbanos, de 5-25 mil usuarios iniciales
(alrededor de 2.5-12.5 toneladas diarias de material orgánico biodegradable)

*Cámaras cerradas con ventilación forzada a partir de la exotermia del proceso de compostaje que calienta la biomasa hasta 70°C. El aire frío entra por debajo en zanjias con rejillas y sale por arriba por medio de extractores no motorizados. Así, con un solo volteo entre dos etapas se logra la producción de Compost



PERSPECIVA DE UN MÓDULO DE COMPOSTAJE

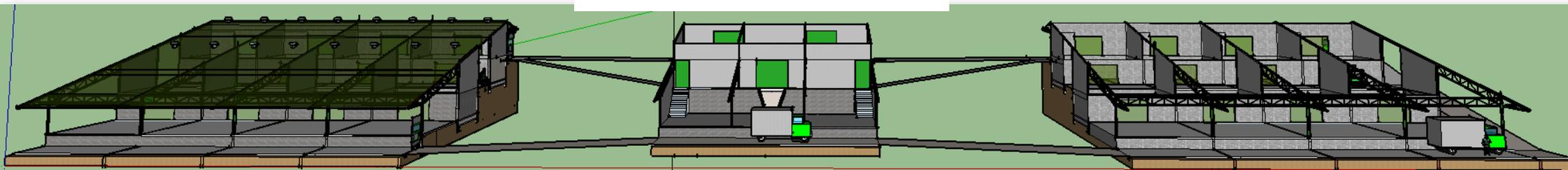


**PLANTA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MODULAR PARA POBLADOS MEDIANOS
(Prototipo para 25-50 Mil habs. Caso de planta con área de selección-almacenaje aparte)**

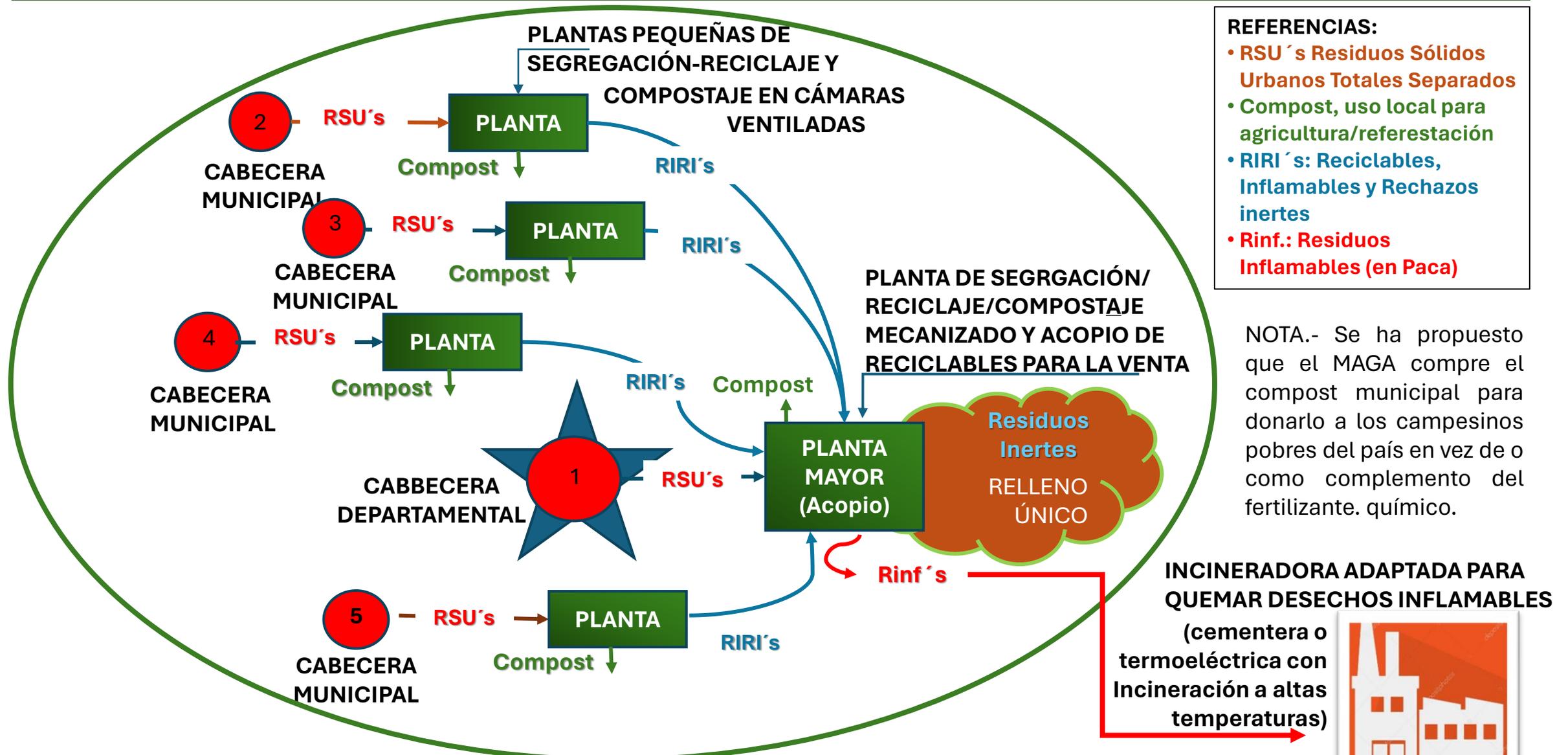
MÓDULO 1 DE COMPOSTAJE

CASETA DE SELECCIÓN
Y ALMACENAJE

MÓDULO 2 DE COMPOSTAJE



REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE MÓDULOS DE TRATAMIENTO, RECICLAJE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS ADECUADOS PARA MUNICIPIOS MANCOMUNADOS

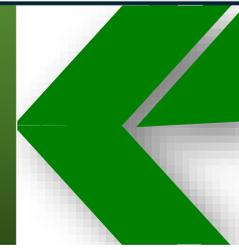


RECORRIDOS CORTOS DE CARGA COMPLETA DE RSU's EN CABECERAS MUNICIPALES Y RECORRIDOS LARGOS CON MATERIAL REDUCIDO INERTE, RECUPERABLE A CENTRO DE ACOPIO Y MATERIAL INFLAMABLE A INCINERADORA





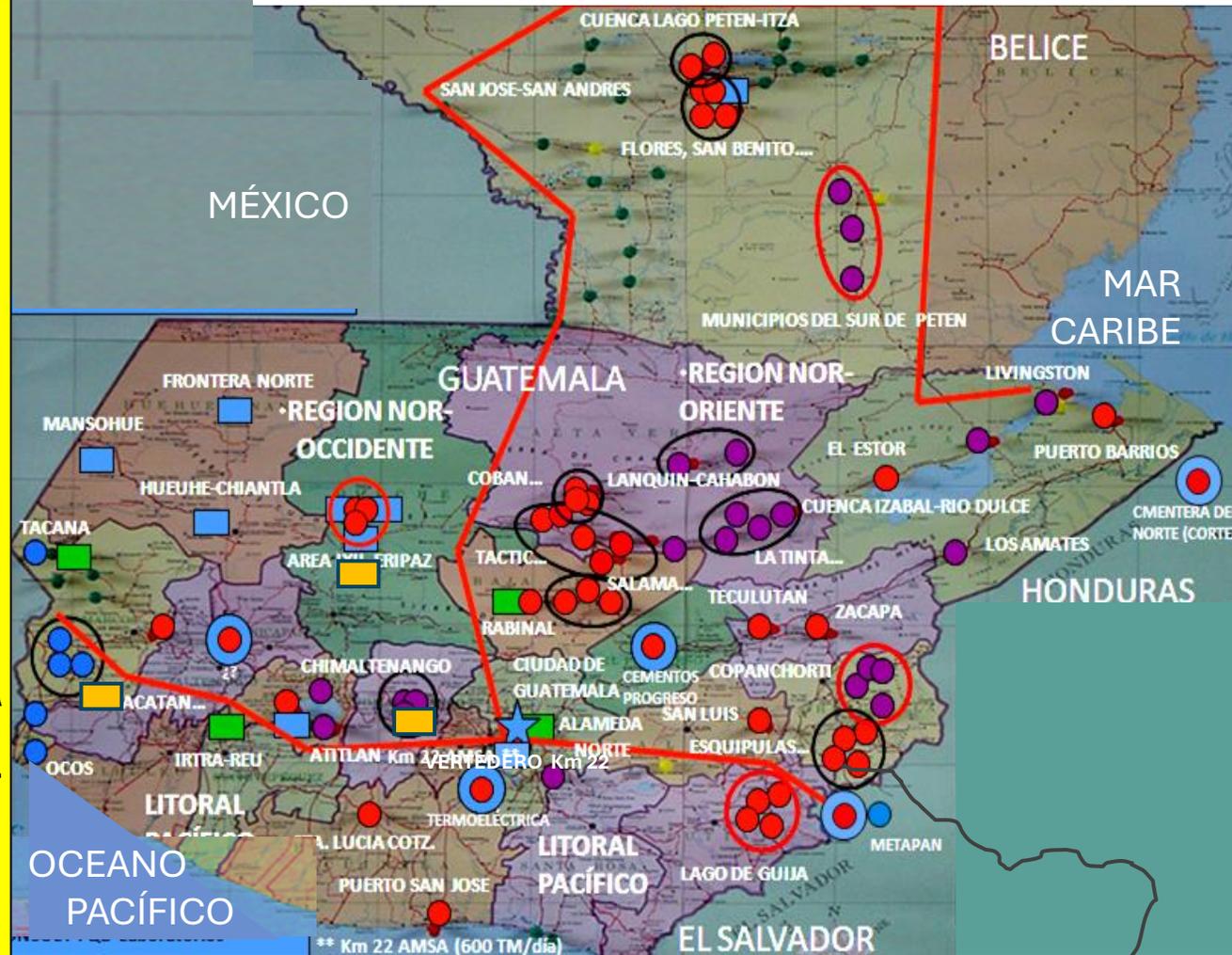
PROPUESTA DE REGIONALIZACIÓN PARA SISTEMAS DE MANEJO DE RSU EN GUATEMALA SEGÚN LA OPCIÓN TECNOLÓGICA PROPUESTA



armsa: Asociación para la Recuperación, Manejo y Saneamiento Ambiental **econsult:** Consultora en Ingeniería Ambiental y Sanitaria

LOCALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS REALIZADOS POR ARMSA/ECONSULT (hasta 2010)

-  ESTS. FACTIBILIDAD
-  ESTS. PREFACTIBILIDAD
-  ESTS. SOLICITADOS
-  PLANTAS TIPO ALAMEDA
-  PLANTAS EN CONSTRUC.
-  INCINERADORAS
-  PROYECTOS EXITOSOS



ILUSTRACIONES DE PROYECTOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO CON IMPLICACIONES DE RIESGOS AMBIENTALES

EXPERIENCIAS DEL AUTOR QUE ILUSTRAN LIMITANTES Y
ADECUACIONES PARA MINIMIZAR RIESGOS, DADAS LAS
RESTRICCIONES DE CASOS CONCRETOS, SEGÚN DISPONIBILIDAD
DE SITIOS EN LOS MUNICIPIOS ATENDIDOS Y NORMATIVA LIMITADA

A cargo de César Barrientos, Ingeniero, Civil, Ambiental y Sanitario
Consultor Principal de ECONSULT: Empresa en Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Email: cbeconsult@gmail.com. Teléfono No. 5413 0723

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN: CIERRE TÉCNICO DEL VERTEDERO ACTUAL, PLANTA DE RECICLAJE Y COMPOSTAJE E INICIO DE NUEVO RELLENO (2000) SANITARIO (ubicación por limitantes sociales)



FOTO SATELAR DE LA PLANTA Y VERTEDERO CON "TECNOLOGÍA APROPIADA" DEL Km 22, A CARGO DE AMSA (hasta antes de 2013)

Nótese la respectiva distribución que incluye: Planta para Reciclaje completa, Oficinas, Relleno (500Ton./día) y Área de compostaje (80 Ton./día)





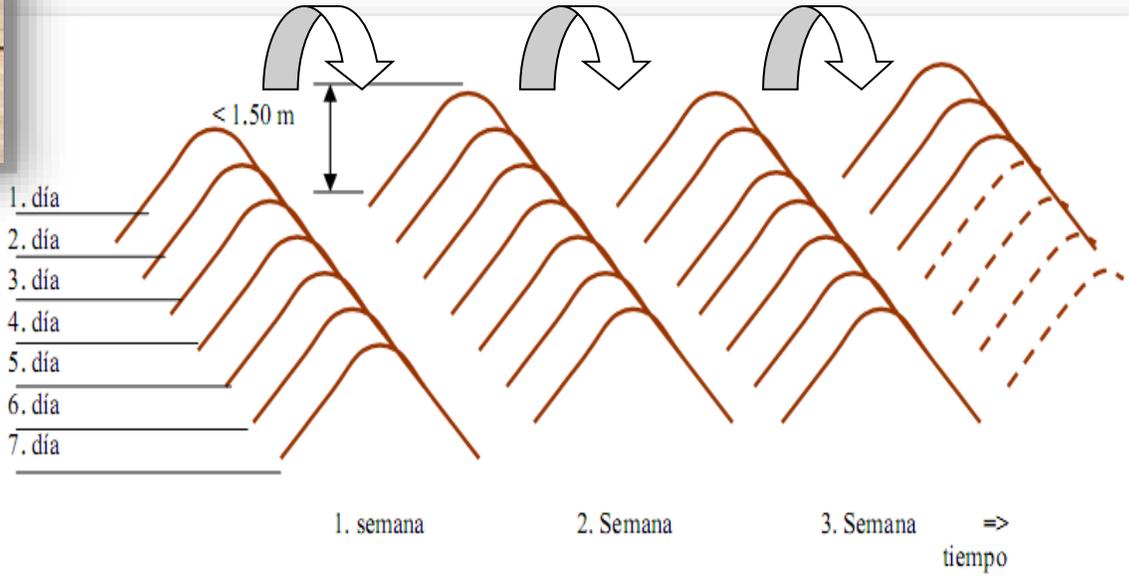
PROCESO DE COMPOSTAJE ALTERNATIVO PARA CIUDADES ENTRE 50 Y 100 MIL HABITANTES Y MÁS

ILUSTRACIONES DEL COMPOSTAJE AL AIRE LIBRE POR VOLTEOS SUCEсивOS MECANIZADOS.
Caso del Compost Microbiológico Controlado, CMC, aplicable al proyecto de Manejo Integral de los Residuos Municipales del Chiantla y Huehuetenango (100,000h), Guatemala, C.A.

Propuesta para Huehuetenango de ECONSULT-UE

RECOMENDABLE PARA LOS 3 MUNICIPIOS MANCOMUNADOS: MORALES, LOS AMATES Y FRONTIERS-RÍO DULCE, LIVINGSTON (Proyecto en cartera para 2024... para la cuenca del Río Motagua)

Esquema del proceso de volteos mecanizados a cielo abierto





PLANTA DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO

Proyecto de Manejo Integral de los Residuos Municipales de Chiantla y Huehuetenango (para 100 mil habs.), ECONSULT-UE

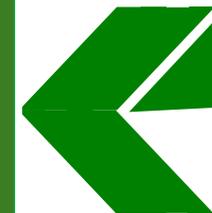


SE ILUSTRAN PROBLEMAS DE ADAPTACIÓN A TERRENOS PUESTOS A DISPOSICIÓN POR LAS MUNICIPALIDADES RESPECTIVAS EN C/CASO

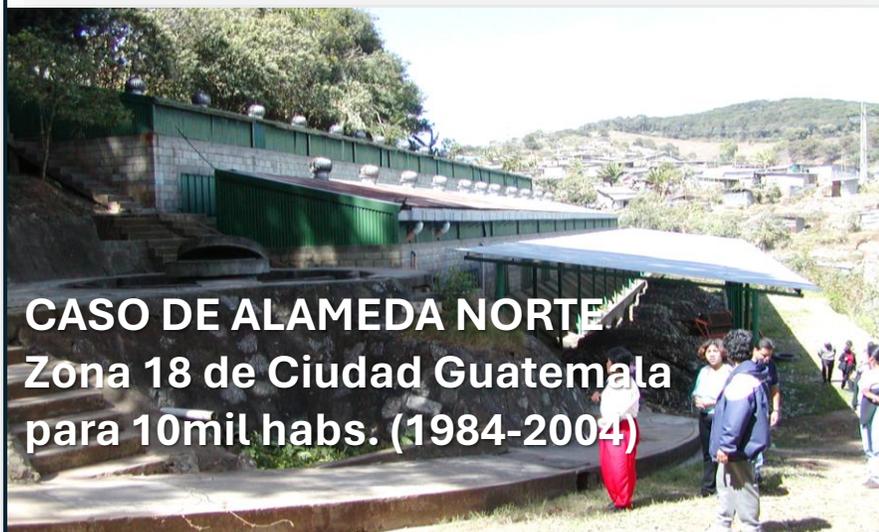
ÁREA DE SELECCIÓN-ALMACENAJE



INSTALACIONES DE PROYECTOS DEMOSTRATIVOS EXITOSOS DE ESCALA NATURAL, QUE SIRVEN DE MODELO PARA LAS PROPUESTAS EN TODO EL PAÍS



armsa: asociación para la recuperación, manejo y saneamiento ambiental econsult: consultora en ingeniería ambiental y sanitaria



CASO DE ALAMEDA NORTE
Zona 18 de Ciudad Guatemala
para 10mil habs. (1984-2004)



CASO DEL PARQUE IRTRA-RETALHULEU
para 15mil habs. Eq. (2005 a la fecha)



CASO DEL MUNICIPIO DE RABINAL para 25mil habs. (2008 a la fecha)

DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES DE LAS PLANTAS EN TERRENOS DISPONIBLES

APRECIAR DISTANCIAS A POBLADOS Y CUERPOS DE AGUA



PROYECTO IRTRA-REU
(a 1.5 Km de los parques)

Image © 2022 Airbus
Image © 2022 CNES / Airbus
Image © 2022 Maxar Technologies



PROYECTO RABINAL BAJA VERAPAZ (a 500m de una aldea)

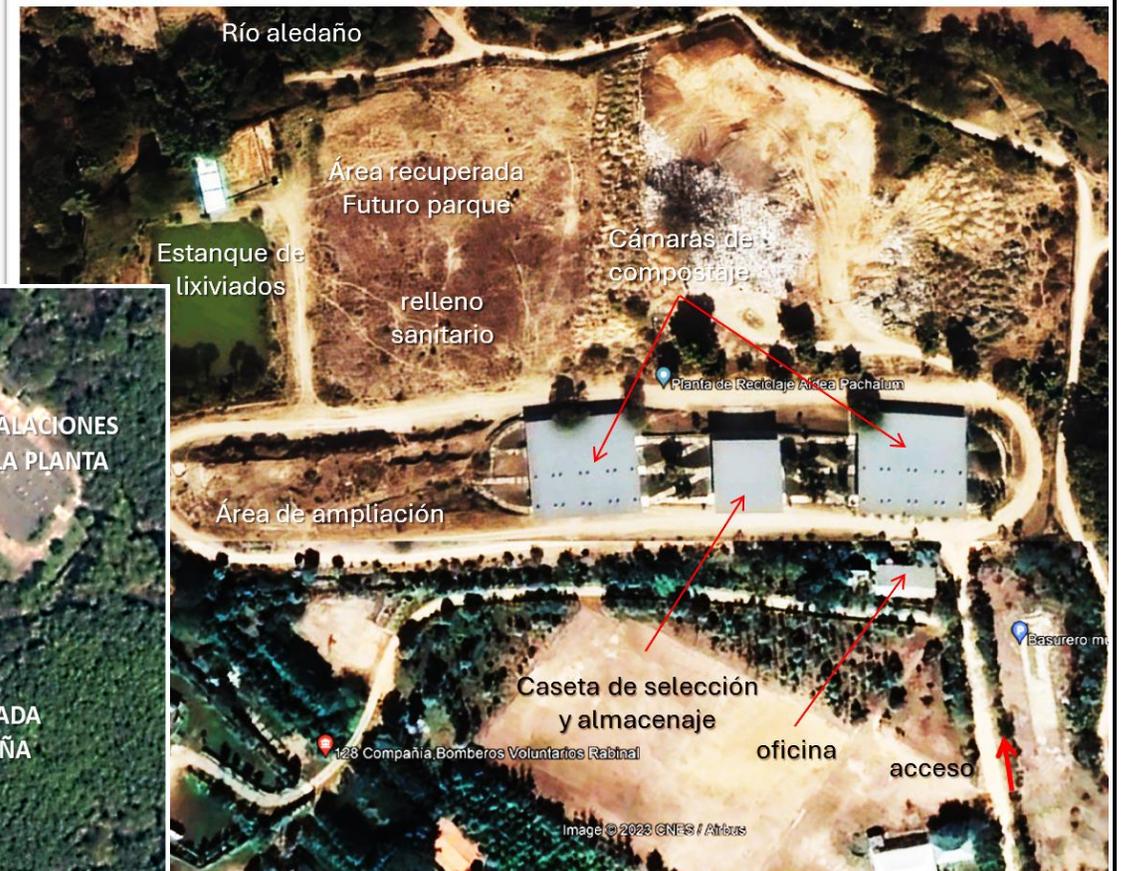


Image © 2023 CNES / Airbus

PLANTA GENERAL DE LA COLONIA Y DEL SISTEMA INTEGRADO ALAMEDA NORTE: DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES



Sistema Integrado de Manejo Ambiental Comunitario para Barrios Periurbanos de la Ciudad de Guatemala

PROYECTO MODELO de MANEJO AMBIENTAL COMUNITARIO

“ALAMEDA NORTE”

En zona 18, para 5-10 mil habitantes

(1984-2004)

Foto extraída de videos de la época

Video Lago Bonito Parte 2

BOSQUE ENERGÉTICO

CASAS DE LA COLONIA

CASETA DE SELECCIÓN-ALMACENAJE

DIGESTOR DE BIOGÁS

CASAS DE LA COLONIA

CÁMARAS DE COMPOSTAJE

ÁRBOLES FRUTALES

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

CULTIVOS REGADOS CON AGUAS TRATADAS

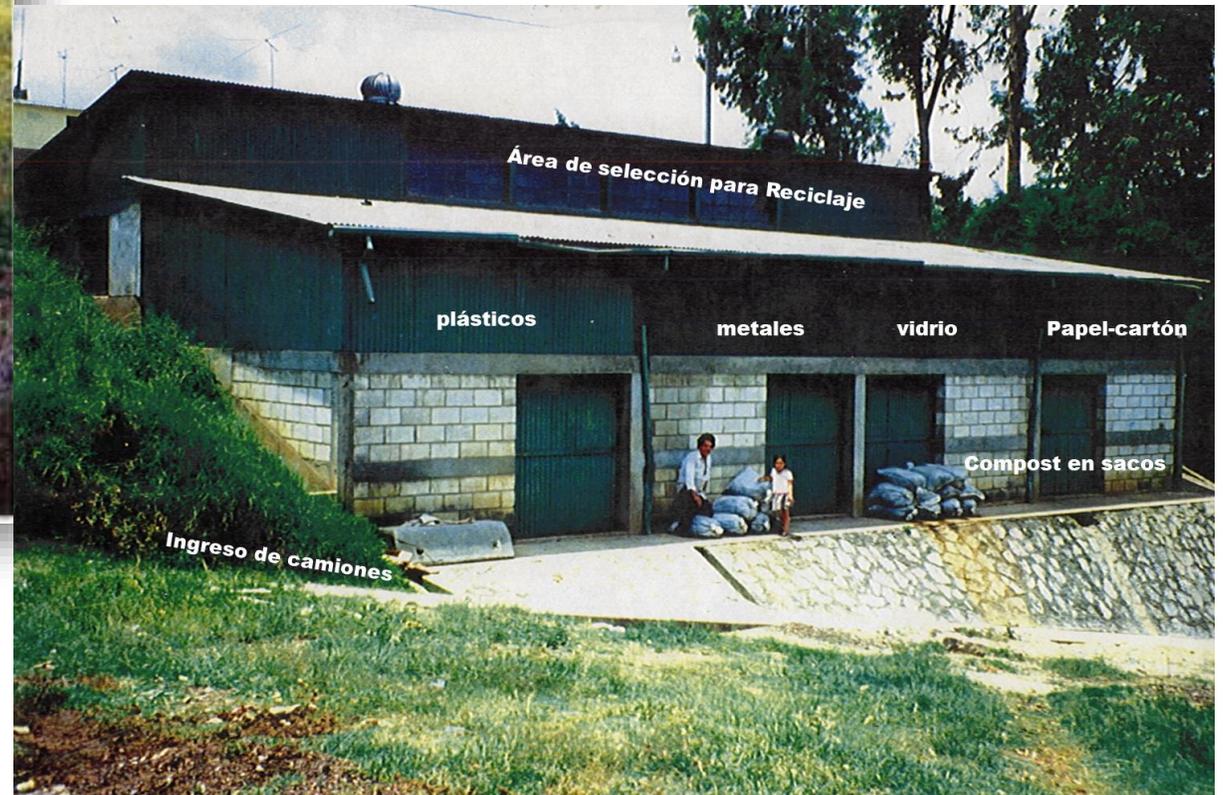
PICICULTURA

RELLENO SANITARIO SIMPLIFICADO

PROYECTO PILOTO DE ESCALA NATURAL PROYECTADO PARA REPLICARLO EN 25 ASENTAMIENTOS POST TERREMOTO (para 250 mil habs.) A ORILLAS DE BARRANCOAS PARA PROTEGER EL CINTURÓN ECOLÓGICO

PARTES CONSTITUTIVAS DE LA PLANTA ALAMEDA NORTE (1984-2004)

Módulo de Compostaje y Caseta de Selección-Almacenaje



PROYECTO PILOTO DE MANEJO AMBIENTAL COMUNITARIO ALAMEDA NORTE, ZONA 18 Manejo en la planta (1984-2004)

EQUIPAMIENTO Y VESTIMENTA ADECUADO PARA OPERARIAS



Planta Piloto Alameda Norte

Equipamiento

CARRETA DE RECOLECCIÓN
ABATIBLE, CARRETA DE VOLTEO
Y TROMMEL-TAMIZADOR



INSTALACIONES DEL PROYECTO IRTRA, RETALHULEU (2005) diseño original, basado en la Planta Alameda Norte (1984-2004)



CASETA DE SELECCIÓN/ALMACENAJE

CÁMARAS DE COMPOSTAJE

PATIO DE MADURACION
Y TAMIZAJE

RELLENO SANITARIO DE RECHAZOS INERTES
(Ahora entregan el material inflamable de rechazo a Cementos Progreso)



ZONA SELLADA Y REFORESTADA
DEL RELLENO CON COMPOST (2011)



ESTANQUE DE LIXIVIADOS



SELECCIÓN PARA EL RECICLAJE



EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO

CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES E INERTES EN PLANTA DEL IRTRA- RETALHULEU



COMPOST TERMINADO EN CASETA DE MADURACIÓN, LISTO PARA APLICARSE EN LOS JARDINES DE LOS PARQUES



PACAS DE MAERIALES INFLAMABLES PARA CO-PROCESAMIENTO EN CEMENTERA



MODULOS DE COMPOSTAJE

CASETA DE SELECCIÓN/ALMACENAJE

PARQUE ECOLÓGICO MUNICIPAL

RELLENO SANITARIO SIMPLIFICADO DE RECHAZOS INERTES

ESTANQUE DE LIXIVIADOS

SISTEMA MUNICIPAL DE TRATAMIENTO Y DISIPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE RABINAL VISTA DEL CONJUNTO DE INSTALACIONES DESDE EL ESTANQUE DE LIXIVIADOS

POR C. BARRIENTOS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE RABINAL: COMPOSTAJE POR CÁMARAS AUTOVENTILADAS

(Características de las operaciones y equipamiento protector de trabajadores)



CASETA DE SELECCIÓN-ALMACENAJE



ÁREA DE SELECCIÓN Y ALMACENAJE



VIVERO A PARTIR DEL COMPOST



COMPOST TERMINADO

LECCIONES APRENDIDAS EN GUATEMALA SOBRE EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS: salvaguarda de la seguridad y previsión de riesgos ambientales

Siempre, considerar el impacto “ambiental y humano” del proceso de tratamiento

GUAJEROS EN BOTADEROS



REUNIÓN GUAJEROS PARA MEJORAR SU SITUACIÓN EN AMSA



SEGREGADORES BIEN EQUIPADOS



MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA MINIMIZAR RIESGOS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO PRESENTACIÓN PARA DIGERDE-AGISA Guatemala, 24 de mayo de 2024

CONCLUSIÓN.

Idealmente hablando, si se quiere minimizar los riesgos ambientales en las plantas de desechos sólidos, deberán considerarse las acciones de manejo previas y posteriores a la etapa de tratamiento, así como, las condiciones físicas que rodean a las instalaciones respectivas, **incluyendo**: separación de los materiales biodegradables de los inertes en los centros de generación (y preferiblemente, de los reciclables también) apartando los desechos peligrosos; **luego**, realizar un transporte separativo de los materiales hacia cada sitio de destino, **todo**, para permitir que los operarios, bien equipados, trabajen más cómodamente y sin mayores riesgos, **así como**, proporcionar sistemas de evacuación, tratamiento y disposición adecuados de los efluentes (lixiviados y gases nocivos, principalmente)... Habrá que dar plazos perentorios para cumplir los requisitos normativos y controlar estrictamente el proceso por parte de las autoridades.

MUCHAS GRACIAS

A cargo de César Barrientos, Ingeniero, Civil, Ambiental y Sanitario
Consultor Principal de ECONSULT: Empresa en Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Email: cbeconsult@gmail.com. Teléfono No. 5413 0723