
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO

TEMA:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN”

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN.

CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO.

GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO.

DOCENTE DIRECTOR:

ING. CARLOS OBDULIO GOCHEZ RUIZ.

MARZO 2011

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. Y MSC. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

VICE- RECTOR ACADEMICO

ARQ. Y MASTER MIGUEL ANGEL PEREZ RAMOS

VICE RECTOR ADMINISTRATIVO

LICDO. Y MÁSTER OSCAR NOÉ NAVARRETE

SECRETARIO GENERAL

LICDO. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FISCAL GENERAL

DR. RENÉ MADECADEL PERLA JIMÉNEZ

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO

LICDO. JORGE MAURICIO RIVERA

VICE-DECANO

LICDO. Y MÁSTER ELADIO EFRAÍN ZACARÍAS ORTEZ

SECRETARIO DE FACULTAD

LICDO. VÍCTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ING. RAÚL ERNESTO MARTÍNEZ BERMÚDEZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:

ING. CARLOS OBDULIO GOCHEZ RUIZ.

TRABAJO DE GRADO APROBADO POR:

F. _____
ING. RAUL ERNESTO MARTINEZ BERMUDEZ.
COORDINADOR GENERAL DE TRABAJOS DE GRADO.

F. _____
ING. CARLOS OBDULIO GOCHEZ RUIZ.
DOCENTE DIRECTOR.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios todo poderoso por habernos guiado y también por iluminar nuestra mente así como también la buena salud que nos brindó para poder alcanzar el objetivo de culminar nuestra carrera.

A la Universidad de El Salvador, por habernos formado durante toda la carrera y darnos la oportunidad de realizarnos como profesionales. A nuestros catedráticos, por guiarnos en el camino correcto, brindarnos sus conocimientos consejos y recomendaciones.

A la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, que nos permitieron realizar nuestro trabajo de grado.

A los diferentes profesionales, que con su valiosa ayuda nos brindaron su apoyo, conocimientos y experiencia, enriqueciendo la elaboración de este trabajo de grado.

Especialmente a:

Ing. Carlos Obdulio Góchez Ruiz.

Lic. Marco Antonio González (Ecotecnólogo).

Ing. Raúl Ernesto Martínez Bermúdez.

Ing. Mario Ernesto Morales.

Tec. Josué Vázquez Villanueva.

Sr. Abel Salomón Flores Aguirre.

En general a todas las personas que contribuyeron de forma directa o indirecta a la realización del presente trabajo de grado.

DEDICATORIA.

A MI ABUELITA:

Margarita Padilla, gracias Lucre, porque este era tu sueño, verme formada. Y aunque ya no estás aquí, esto es por ti. (Q.D.D.G).

A MI PADRE:

Rafael Aguirre Padilla, gracias padre por su incondicional apoyo, por el gran esfuerzo que ha hecho. Aun no sé como pagárselo.

A MI MADRE:

Sandra Lisseth Rodríguez González, gracias Sandri, por permitirme ser mi madre y regalarme el hermoso privilegio de ser su hija. Gracias por el apoyo que me ha brindado desde niña, en los momentos más difíciles, gracias por estar ahí.

A MIS PADRINOS:

Delfina Escalante y Salvador Interiano: gracias a ustedes por el apoyo que me brindaron y por sus silenciosas palabras de aliento, por el cariño que me han dado y por estar pendientes de mí.

A MI HERMANO:

Rafael F. Elías: gracias hermanito por echarme la mano... no tengo palabras.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO DE GRADO:

Daniel Romero y Carlos Cáceres: gracias por permitirme trabajar con ustedes, les estoy muy agradecido, les recordaré siempre.

Y a Ti, que, aunque figures como el último, sabes bien que eres el primero. A Ti, que siendo Dios te hiciste hombre, que siendo rico te hiciste pobre, Señor Jesús, verte a Ti, mirarte y estar en tu presencia, será la realización máxima de todos mis sueños. Mientras llegue ese momento, permite recorrer este nuevo camino rodeado de mucho éxito, porque Tu vas conmigo.

ROXANA YASMIN AGUIRRE ELIAS

DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO. Porque me has permitido alcanzar este triunfo académico, gracias te doy Señor por estar conmigo en todo momento.

A MIS PADRES: Marino Cáceres y Melanie Ascencio por estar siempre a mi lado, por ser un ejemplo para mi, gracias por sacrificarse para que yo pudiera salir adelante que Dios los bendiga.

A MIS HERMANAS: Estely y Lore por estar conmigo siempre y contar con su valiosa ayuda.

A MIS ABUELITOS: gracias por todas las cosas lindas que hacen por mí, por su motivación para salir adelante. Son parte de mi corazón.

A MIS TÍOS Y TÍAS: les agradezco su apoyo en todo momento de mi vida y de mi carrera son parte de este triunfo.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS: gracias por ser tan especiales conmigo por ser parte de mi vida y por toda su ayuda son para mí como mis hermanos.

Y a todos mis familiares y amigos con los que siempre he podido contar.

CARLOS ERNESTO CACERES ASCENCIO.

DEDICATORIA.

AL CREADOR DEL UNIVERSO.

Muchas gracias Señor por permitirme llegar a culminar la carrera, todos los obstáculos que se presentaron, fueron tomados en tus manos para así; poder regalarme este logro. Infinitamente gracias porque siempre has estado a mi lado para brindarme la fuerza y compañía en momentos muy difíciles de la vida, ya que dices “Clama, que te responderé”, alcanzando mis objetivos, poniéndome en el caminar de la vida personas que de una u otra manera han contribuido que pueda recorrer por ella, y tomado de tus brazos seguiré al frente.

A MIS PADRES.

Humberto González y Lilian Romero de González; siempre desde mi niñez, apoyandome con todo su amor, esfuerzo y dedicación. Por su soporte incondicional en todo momento y sentido, enseñandome lo bueno para no caer en lo malo, a través de su sabiduría y experiencia adquirida en el transcurso de la vida. Gracias por darme todo lo necesario para vivir, este Título es por su entrega como padres ... Gracias.

A MI HERMANO Y TODA MI FAMILIA.

En general a toda mi familia que han estado conmigo apoyandome siempre, nunca los olvidare.

A MIS AMIGOS Y GRUPO DE TRABAJO DE GRADO.

Roxana Aguirre y Carlos Caceres; sin duda el mejor grupo que pude tener, aun recuerdo la primera reunión ¿Qué vamos hacer de Trabajo de Grado? Momentos de alegría y tristeza... inolvidable obviamente. Aún así objetivo alcanzado, carrera ganada... Gracias.

Te ofrezco este triunfo a Ti Señor, y nunca me desampares.

DANIEL HUMBERTO GONZALEZ ROMERO.

CONTENIDO CAPITULAR

INTRODUCCION.....	I
PREFACIO	II
CAPITULO 1: GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.4 ALCANCE GLOBAL.....	10
1.5 LIMITACIONES.....	10
1.6 JUSTIFICACIONES	10
1.7 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	11
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	13
2.1 GENERALIDADES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	14
2.1.1 DESCRIPCION DEL COMPOST.	15
2.1.2 DEFINICION DE COMPOST.	15
2.1.3 TÉCNICAS DE COMPOSTAJE	16
2.1.4 CARACTERISTICAS DE LA ELABORACION DEL COMPOST.....	17
2.2 PROCESO DE COMPOSTAJE.....	18
2.2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.	18
2.2.1.1 ETAPAS BIOLÓGICAS.	18
2.2.1.2 CONDICIONES REQUERIDAS PARA ELABORAR COMPOST.	20
2.2.1.3 PREPARACIÓN DE LA PILA DE COMPOST.	22
2.2.1.4 COMO MANTENER CONDICIONES AERÓBICAS.	24
2.2.2 MATERIA PRIMA PARA EL PROCESO.....	26
2.3 UTILIZACION DEL COMPOST.....	27
2.4 BENEFICIOS DEL COMPOST.	28
2.5 DESVENTAJAS DEL COMPOST.	29
2.6 PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL COMPOSTAJE.	30
2.7 MARCO LEGAL	31

CAPITULO 3: CARACTERISTICAS GENERALES DE LA UBICACION DEL PROYECTO.	41
3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA.....	42
3.1.1 VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	42
3.1.2 COLINDANCIAS	43
3.1.3. COORDENADAS Y EXTENSIÓN TERRITORIAL	44
3.2. TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA DE LA ZONA.	44
3.3 CLIMA DE LA ZONA	44
3.4 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA.....	45
3.4.1. DEMOGRAFÍA	45
3.4.2. INTEGRACIÓN TERRITORIAL.....	46
3.5 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	46
3.5.1 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	46
3.5.2 COMERCIOS	46
3.6 CARACTERISTICAS DEL SUELO.....	46
3.6.1 GEOLOGÍA.....	46
CAPITULO 4: DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE.....	50
4.1 ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE DESECHOS SOLIDOS	51
4.1.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	51
4.1.2 GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS URBANOS.....	53
4.2 PRODUCCION PERCAPITA (Ppc).....	54
4.3 PROYECCION DE LA POBLACION	55
4.4 COMPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS	57
4.4.1 METODO DE CUARTEO	57
4.4.2 PESO VOLUMÉTRICO DE DESECHOS SOLIDOS.....	60
4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE	66
4.5.1 PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	66
4.5.2 SISTEMA DE RECOLECCION	67
4.5.3 CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS DESECHOS A COMPOSTAR	68
4.5.4 DISEÑO DE LA PILA	69
4.5.4.1 ÁREA DE COMPOSTAJE	70
4.5.5 CALCULO DEL PESO DE PILA.....	71

4.6 DETERMINACIÓN DEL ESPACIO REQUERIDO PARA BODEGA DE COMPOSTAJE...	72
4.7 DESECHOS INORGANICOS A RECUPERAR.....	73
4.8 MODELO DE COMPOSTAJE	75

CAPITULO 5: DISEÑO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN..... 84

5.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA LOS PATIOS DE COMPOSTAJE	85
5.1.1 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS.	85
5.1.2 FACTORES FUNCIONALES.	86
5.1.3 DEMANDA Y CARACTERÍSTICAS DE TRÁNSITO.....	86
5.1.3.1 TIPOS DE EJES.....	86
5.1.3.2 PESOS DE LOS VEHICULOS.	87
5.1.3.3 EJES ESTANDAR.....	90
5.1.3.4 FACTORES EQUIVALENTES.	90
5.1.3.4.1 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS FACTORES EQUIVALENTES.	90
5.1.3.4.2 NUMERO DE VIAJES QUE REALIZA CADA TIPO DE VEHICULO EN LOS PATIOS DE COMPOSTAJE.....	97
5.1.3.4.3 DISEÑO DE LOS PATIOS DE COMPOSTAJE PARA LOS VEHICULOS.....	100
5.1.3.4.4 DETERMINACION DEL ESPESOR DE LA SUBBASE.....	115
5.2 DISEÑO DE CANALETA PERIMETRAL.....	115
5.2.1 DISEÑO DE CANALETA PERIMETRAL CON REVESTIMIENTO.....	117
5.3 DISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACION.....	120
5.3.1 DISEÑO DE TUBERIA.....	126
5.4 DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL	126
5.4.1 CALCULOS PARA EL DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL	129
5.4.1.1 INFORME CLIMATOLOGICO DE LA ESTACION LA HACHADURA.....	129
5.4.1.2 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL PARA UNA MEDIA AGUA DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE.	137
5.4.1.3 CALCULO DE LA TUBERIA DE CAIDA PARA EL CANAL DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE.....	138
5.5 DISEÑO DE POLIN C (MARCA METALCO, DE HIERRO NEGRO).....	140
5.5.1 CALCULO DEL MOMENTO DE FLEXION MAXIMO PARA EL POLIN C.....	141
5.6 DISEÑO DE VIGA MACOMBER	144

5.6.1 DISEÑO DE PLACA DE ARTICULACIÓN PARA LA VIGA MACOMBER EN LA CUMBRERA.....	150
5.6.1.1 DISEÑO DE PERNOS.....	152
5.7 DISEÑO DE COLUMNAS	153
5.7.1 ANALISIS GRAVITACIONAL Y SISMICO.	153
5.7.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MODELO EN ETABS 9.0.5.....	158
5.8 DISEÑO DE ZAPATA.....	166
CAPITULO 6: ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION DEL PROYECTO.....	167
6.1 INFRAESTRUCTURA.....	168
6.1.1 HOJAS DE CALCULO DE COSTOS UNITARIOS.	172
6.2 COSTOS DE OPERACIÓN.....	173
CAPITULO 7: ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.	174
CAPITULO 8: ESPECIFICACIONES TECNICAS.	175
CAPITULO 9: MANUAL DE OPERACIÓN, PLANOS CONSTRUCTIVOS Y PROGRAMACION DE OBRA.	176
CONCLUSIONES.....	177
RECOMENDACIONES.....	178
BIBLIOGRAFIA.....	180
ANEXOS	
ANEXO 1 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (LEFS).	
ANEXO 2 VALORES EQUIVALENTES ENTRE KN Y LBS.	
ANEXO 3 DISEÑO DE ZAPATA.	
ANEXO 4 HOJAS DE CALCULO DE COSTOS UNITARIOS.	
ANEXO 5 ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.	
ANEXO 6 ESPECIFICACIONES TECNICAS.	
ANEXO 7 MANUAL DE OPERACIÓN.	
ANEXO 8 PLANOS CONSTRUCTIVOS.	
ANEXO 9 PROGRAMACION DE OBRA.	

INDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFIAS

FIGURA 1.1 “MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN”	5
FIGURA 1.2 “VÍAS DE ACCESO AL RELLENO SANITARIO”	6
FIGURA 1.3 “EXTENSIÓN DONDE SE UBICARÁ LA PLANTA DE COMPOSTAJE”	7
FIGURA 1.4. “MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE”	7
FIGURA 1.5 “CELDA DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN UN RELLENO SANITARIO”	8
FIGURA 2.1 “MATERIALES CON RAMAS.”	24
FIGURA 2.2 “CHIMENEAS DESDE LA BASE AL TOPE”	24
FIGURA 2.3 “VOLTEO EN FORMA MECANIZADA”	25
FIGURA 3.1 “UBICACIÓN DE VÍA DE ACCESO DIRECTO DESDE CA-8 AL PROYECTO”	43
FIGURA 3.2 “MAPA GEOLOGICO”	48
FOTOGRAFÍA 1 Y 2 RECOLECCIÓN Y PESO DE DESECHOS SÓLIDOS CASA POR CASA	53
FOTOGRAFÍA 3 Y 4. CUARTEO Y SEPARACION DE LOS COMPONENTES DE LA MUESTRA	58
FOTOGRAFÍA 5 Y 6. PESO DE LOS DESECHOS SOLIDOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD	61
FIGURA 4.1. “ESQUEMA DE DIMENSIONES DE PILA DE COMPOST QUE SE UBICARÁN EN LOS PATIOS”	71
FOTOGRAFÍA 7. FABRICACION DE LA PLATAFORMA DE MADERA	77
FOTOGRAFÍA 8. “COLOCACIÓN DE LAS CUBETAS QUE FUNCIONARAN COMO PEQUEÑAS BALSAS DE LIXIVIADOS”	78
FOTOGRAFÍA 9. PREPARACION DE LA SUPERFICIE CON CEDAZO Y BARRAS DE 1/4” ..	78
FOTOGRAFÍA 10. “PREPARACIÓN Y ELABORACIÓN DEL MORTERO 1:3”	79
FOTOGRAFÍA 11. “COLOCACIÓN DE MEZCLA, SOBRE LA SUPERFICIE DE MADERA”	79
FOTOGRAFÍA 12. AFINADO DE SUPERFICIE DE MODELOS.	80

FOTOGRAFÍA 13. “FABRICACIÓN DE COMPOSTAJE EN FORMA ANAERÓBICA Y AERÓBICA”	80
FOTOGRAFÍA 14. MONITOREO DE TEMPERATURA.	81
FOTOGRAFÍA 15. MONITOREO DE HUMEDAD.....	82
FIGURA 5.1 “CONFIGURACIONES DE EJES”	87
FIGURA 5.2 CAMION COMPACTADOR, DE EJE DE TRACCION DOBLE RUEDA, CAPACIDAD DE CARGA 8 TON.....	89
FIGURA 5.3. “CARGADOR CAT 236, CAPACIDAD DE CARGA 1 TONELADA”	89
FIGURA 5.4. “PICK UP CON BARANDAS, CAPACIDAD DE CARGA 1.5 TONELADAS”	89
FIGURA 5.5. “CAMIÓN COMPACTADOR, DE EJE DE TRACCIÓN DOBLE RUEDA, CAPACIDAD DE CARGA 8 TONELADAS” CON SU RESPECTIVO ESAL, SEGÚN LA CARGA POR EJE	94
FIGURA 5.6 ESQUEMA DE MODULO DE RUPTURA.....	103
FIGURA 5.7 VENTANA PRINCIPAL, DONDE SE INTRODUCEN LOS VALORES PARA EL DISEÑO.....	108
FIGURA 5.8 VENTANA YA CON LOS VALORES RESPECTIVOS CALCULADOS.....	109
FIGURA 5.9 HOJA 1 DE REPORTE DE AASHTO DONDE MUESTRA LA INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO, ASI COMO TAMBIEN LOS DATOS DE ENTRADA AL PROGRAMA	110
FIGURA 5.10 HOJA 2 DEL REPORTE AASTHO, DONDE MUESTRA LOS RESULTADOS DE LA MODULACIÓN DE LA LOSA, INFORMACIÓN COMPLETA DEL DISEÑO DE LAS PASAJUNTAS.....	111
FIGURA 5.11 HOJA 3 DEL REPORTE AASTHO, DONDE MUESTRA EL CROQUIS ESQUEMÁTICO DEL DISEÑO DE LA LOSA.....	112
FIGURA 5.12 ESQUEMA EN PLANTA DE LOSA PARA PATIOS DE COMPOSTAJE	113
FIGURA 5.13 SECCIONES TRANSVERSALES DE LOSA DE PAVIMENTO.....	114
FIGURA 5.14 ESPESOR DE SUBBASE SEGÚN CBR.	115
FIGURA 5.15. CALCULO DE I, POR MEDIO DE LAS CURVAS IDF.....	118

FIGURA 5.16 ESQUEMA DE CANALETA PERIMETRAL	120
FIGURA 5.17. DIMENSIONES DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN.....	125
FIGURA 5.18. SECCIÓN RECTANGULAR.....	127
FIGURA 5.19. CURVAS IDF, PARA LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA HACHADURA.	134
FIGURA 5.20. CALCULO DE INTENSIDAD UTILIZANDO LAS CURVAS IDF OBTENIDO CON EL VALOR TC=2.9 MIN.	136
FIGURA 5.21. SECCIÓN DE CANAL PROPUESTO.	139
FIGURA 5.22. SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE CAÍDA.....	139
FIGURA 5.23 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS CARGAS QUE SOPORTA EL POLÍN.	141
FIGURA 5.24 CORTE PARA DETERMINAR EL MOMENTO FLEXIONANTE MÁXIMO.....	141
FIGURA 5.25 MOMENTO MÁXIMO DE CARGAS MUERTAS.....	142
FIGURA 5.26 CORTANTE MÁXIMO DE CARGAS MUERTAS.....	142
FIGURA 5.27 MOMENTO MAXIMO DE CARGAS VIVAS.....	142
FIGURA 5.28 CORTANTE MÁXIMO DE CARGAS VIVAS.....	143
FIGURA 5.29 MOMENTO MÁXIMO DE CARGAS MUERTAS.....	145
FIGURA 5.30 CORTANTE MÁXIMO DE CARGAS MUERTAS.....	145
FIGURA 5.31 MOMENTO MAXIMO DE CARGAS VIVAS.....	145
FIGURA 5.32 CORTANTE MAXIMO DE CARGAS VIVAS.....	146
FIGURA 5.33 ESQUEMA DE FUERZA DE TENSIÓN.....	146
FIGURA 5.34 DETALLE 1 DE VIGA MACOMBER	147
FIGURA 5.35 DETALLE 2 DE VIGA MACOMBER	147
FIGURA 5.36 DETALLE 3 DE VIGA MACOMBER.	148
FIGURA 5.37 ESQUEMA PARA ENCONTRAR LONGITUD L2.....	149
FIGURA 5.38 ARTICULACIÓN DE CUMBRERA.....	151

FIGURA 5.39 ESQUEMA PARA ENCONTRAR EL BRAZO DE FLEXION N.	151
FIGURA 5.40 DETALLE PLACA DE UNIÓN DE VIGA MACOMBER.....	153
FIGURA 5.41 MODELO EN ETAB DE LA ESTRUCTURA DE UN NIVEL DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE.	158
FIGURA 5.42 VISTA EN PLANTA DE LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE COMPOSTAJE.	159
FIGURA 5.43 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS MUERTA EN LA ESTRUCTURA DE TECHO (UNIDADES EN KG/M^2).....	160
FIGURA 5.44 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS VIVAS EN LA ESTRUCTURA DE TECHO (UNIDADES EN KG/M^2).....	160
FIGURA 5.45 PORCENTAJE DEMANDA/CAPACIDAD	161
FIGURA 5.46 AREA DE ACERO REQUERIDO EN IN^2 , EJE 1 Y EJE 3.	162
FIGURA 5.47 UBICACIÓN DE RECCIONES MAXIMAS Y MINIMAS	163
FIGURA 5.48 ESQUEMA SIN ESCALA DE LA COLUMNA (C-1) Y ZAPATA (Z-1).....	166

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

TABLA 1.1. “DATOS GENERALES Y GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS, DE LOS MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN”	6
TABLA 2.1. “LISTA DE MATERIALES RICOS EN CARBONO Y NITROGENO”	22
TABLA 2.2. “FORMAS DE APLICAR EL COMPOST PROVENIENTE DE DESECHOS ORGANICOS”	28
TABLA 2.3. “PRINCIPLAES PROBLEMAS QUE SE PUEDEN DAR DENTRO DE UNA PILA DE COMPOST Y SUS POSIBLES SOLUCIONES”	30
TABLA 3.1. “RESUMEN DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS”	45
CUADRO 3.2. “RESULTADOS DEL SONDEO DE PERFORACION ROTATIVA”	47
TABLA 4.1. “COLONIAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO”	53
TABLA 4.2. “RESULTADOS DE PRODUCCION PER CAPITA POR DIA DE RECOLECCION”	55
TABLA 4.3. “RESULTADOS DE LA PROYECCION DE LA POBLACION TOMANO UNA TASA DE CRECIMIENTO DE 2.36%.....	56
TABLA 4.4. “COMPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARES DEL MUNICIPIO DE AHUACHAPAN”	58
TABLA 4.5. “COMPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS DE MERCADO DEL MUNICIPIO DE AHUACHAPAN”	59
TABLA 4.6. “PESO VOLUMETRICO DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIAR”	61
TABLA 4.7. “PESO VOLUMETRICO DE DESECHOS SOLIDOS MERCADOS”	62
TABLA 4.8. “RESULTADOS DE PROYECCION DE LA POBLACION DE LOS 5 MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN”.	62
TABLA 4.9. “RESULTADOS DE PRODUCCION PER CAPITA POR MUNICIPIO PARA EL 2010 DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN CAMPO”	63
TABLA 4.10. “RESULTADOS DE LA PROYECCION DE LA PRODUCCION PER CAPITA” ..	63
TABLA 4.11. “RESULTADO DE CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS ORGANICOS GENERADOS POR LOS 5 MUNICIPIOS”	64

TABLA 4.12. “RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA PARA LOS 5 MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN”	65
TABLA 4.13. “CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS ORGANICOS GENERADOS POR TODOS LOS MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR”	65
TABLA 4.14. “TOTAL DE DESECHOS ORGANICOS A COMPOSTAR”	68
TABLA 4.15. “DATOS PARA DISEÑAR UNA PILA DE COMPOSTAJE”	70
TABLA 4.16. “TASA DE RECUPERACION DE RECICLABLE”	74
TABLA 4.17. “LISTADO DE EMPRESAS RECICLADORAS O PROCESADORAS DE MATERIALES PROVENIENTES DE LOS DESECHOS SOLIDOS URBANOS”	74
TABLA 4.18. “PRESUPUESTO DE LOS MODELOS DE COMPOSTAJE”	76
TABLA 4.19. “TEMPERATURAS MONITOREADAS EN LOS METODOS AEROBICOS Y ANAEROBICOS”	81
TABLA 5.1. “LIMITE DE PESO POR EJE”	87
TABLA 5.2. “EJES EQUIVALENTES DE LOS VEHICULOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO”	95
TABLA 5.3. “CONFIABILIDAD Y FACTORES DE SEGURIDAD RECOMENDADOS”	101
TABLA 5.4. “TABLA DE VALORES DE MODULO DE RUPTURA”	103
TABLA 5.5. “COEFICIENTES DE DERENAJE PARA PAVIMENTOS RIGIDOS (C’C)”	104
TABLA 5.6. “VALORES DE C.B.R.”	105
TABLA 5.7. “COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)”	107
TABLA 5.8. “RELACIONES HIDRAULICAS PARA SECCIOES RECTANGULARES”	127
TABLA 5.9. “COEFICIENTES DE ESCORRENTIA”	128
TABLA 5.10. “COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PARA TECHO ZINC ALUM”	128
TABLA 5.11. “COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING”	128
TABLA 5.12. “VARIABLES MAS IMPORTANTES DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA HACHADURA”	130

TABLA 5.13. “INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA) EN MINUTOS PARA DIFERENTES PERIODOS”	130
TABLA 5.14. “INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA) CON SUS RESPECTIVAS DATOS DE MEDIA, DESVIACION ESTANDAR, VALORES MAXIMOS Y MINIMOS”	131
TABLA 5.15. “INTENSIDADES MAXIMAS Y MINIMAS”	131
TABLA 5.16. “PARAMETROS UTILIZADOS PARA LA ECUACION DE GUMBEL”	132
TABLA 5.17. “APLIACION DE ECUACION”	132
TABLA 5.18. “DATOS A GRAFICAR PARA OBTENER LAS IDF”	133
TABLA 5.19. “DATOS DE INTENSIDAD (MM/MIN) POR AÑO Y DURACION DE LLUVIA” ..	133
TABLA 5.20. “PROPIEDADES DEL POLIN C. (MARCA METALCO, DE HIERRO NEGRO)”.	143
TABLA 5.21. “REACCIONES MAXIMAS Y MINIMAS”	164

INTRODUCCION

El Salvador es un país con alta densidad poblacional en un territorio reducido, con una geografía accidentada y pocos recursos ambientales, lo que lo vuelve vulnerable a los fenómenos naturales y sociales.

En las últimas décadas, el crecimiento poblacional se ha incrementado, generando gran cantidad de desechos sólidos, convirtiéndose éste, en un problema ambiental, que afecta la salud de sus habitantes y a las mismas comunas, que deben de recolectar y trasladar la basura a los rellenos sanitarios o plantas de transferencia, invirtiendo buena cantidad de los erarios de los contribuyentes.

En El Salvador, en materia ambiental se ha creado la Ley del Medio Ambiente; y con la entrada en vigencia de esta, el cierre de los botaderos a cielo abierto, por lo que algunos municipios del país ya tienen rellenos sanitarios, para la disposición final de sus desechos sólidos. Los desechos sólidos orgánicos generados por los municipios que conforman la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán es un porcentaje de 72.93% del volumen total. Este porcentaje bien puede ser tratado y ser transformado en abono orgánico, por medio del método conocido como COMPOSTAJE, el cual consiste en un proceso que puede durar tres meses aproximadamente, bajo un clima o ambiente controlado, degradándose y convirtiéndose en MEJORADOR DE SUELO, el cual por su naturaleza totalmente orgánica provee de los macro y micro nutrientes necesarios para el buen desarrollo de los cultivos.

PREFACIO

En el siguiente trabajo de grado, se presentan 9 capítulos, en los que se ha diseñado una **“PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN”**, proporcionando a la Micro Región Centro y Sur, la información necesaria que les permita introducir con éxito un programa rentable de compostaje y de recogida selectiva de los residuos biodegradables, con dicha técnica se contribuirá a mejorar las condiciones en el manejo de los desechos sólidos orgánicos en el Relleno Sanitario y prolongar la vida útil de este.

El primer capítulo expone el anteproyecto, los objetivos generales del trabajo de grado, alcances y limitaciones, así como los antecedentes y relevancia que tendrá para dar un tratamiento integral al manejo de los desechos sólidos.

En el capítulo 2 el marco conceptual, con las generalidades del proceso de compostaje, la descripción del proceso en las diferentes etapas, la utilización, beneficios y desventajas en la elaboración, así como también el marco legal para la implementación para este tipo de proyecto.

Avanzando hasta el capítulo 3 se presenta, las características generales de la ubicación del proyecto.

Al llegar al capítulo 4 se presenta el estudio de caracterización y composición de los desechos sólidos para cada municipio, se calcula la producción per cápita, la densidad de desechos sólidos, el dimensionamiento de las pilas de compostaje y bodega de almacenamiento del mismo, realizado por los integrantes de grupo de trabajo de grado.

Luego se presentan los diseños de patios de compostaje, canaletas, lagunas de lixiviados y los diseños que se requieren para las instalaciones complementarias de la planta de compostaje.

En las conclusiones y recomendaciones se presentan los resultados finales, así como también, las acciones que el grupo recomienda para implementar la planta de compostaje.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Antecedentes Históricos del Compostaje.

El compostaje se practica desde la antigüedad como el arte de la agricultura, utilizándose desde entonces los desperdicios orgánicos en estado de descomposición.

Una de las primeras operaciones organizadas de compostaje que aparece en el literatura y relativa a la tierra se llevo a cabo en la India, por Sir Alfred Howard en el año de 1925, cuya técnica consistía en la excavación de una zanja en el suelo de entre 60 y 90 cm de profundidad en la que introducían capas sucesivas de materiales putrefactibles, compuesta por residuos sólidos, excrementos de animales, tierra y paja.

El primer procedimiento consistía en dar volteos al material dos veces durante el proceso de compostaje, el primero a las tres semanas para facilitar la aireación y favorecer la multiplicación de hongos responsables de la fermentación y el segundo volteo cinco semanas después de concluido el proceso de fermentación, durando todo el proceso que podía durar tres meses o más. El líquido emitido por residuos descomponiéndose era reconducido o añadido a otros residuos más secos en fermentación.

Este proceso fue conocido como “Proceso indore” y fue modificado por el consejo de investigaciones agronómicas de la India, para acelerar la acción aeróbica y reducir los malos olores; estos le cambiaron el nombre por el de “Bangalore”. En otras partes del mundo en la década de los años veinte se iniciaron procesos de tratamiento bacteriológicos parecidos a los antes descritos, en los cuales se pueden mencionar los procesos Beccari, Verdier y Bordas.

Antecedentes del Compostaje en El Salvador.

En 1996, por iniciativa del Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada (CESTA) y la Cooperación de la Asociación Danesa de Cooperación Internacional (ADACI) ONG que ha ayudado fundamentalmente en el plano económico; eligió el pueblo de Suchitoto, situado aproximadamente a 60 kilómetros al noreste de San Salvador, como lugar para poner en práctica el plan de separación doméstica de desechos orgánicos e inorgánicos; producidos en el Barrio La Cruz; su recolección y su posterior compostaje, convirtiéndose en el primer Municipio en dar un tratamiento integral a los desechos sólidos biodegradables en el país. El proyecto se llevó a cabo en colaboración directa con las autoridades locales y los habitantes del barrio. El proyecto ha sido un éxito debido a su sencillez, hasta el punto en que se amplió en todo el Municipio.

En 1997 durante la celebración en Roma del encuentro de las Naciones Unidas sobre desertización, el Sr. Enrique Borgo Bustamante Vicepresidente de la República de El Salvador declaró que el proyecto se extendería a nivel nacional.

El proceso de compostaje es fácil, pero se necesita una estrategia social bien definida para organizarlo, formar y motivar a todo un barrio. Esa es la lección más importante que puede desprenderse de este proyecto¹.

Otra institución que ha impulsado este tipo de proyecto es la fundación para el Fomento de Empresas y Manejo Ambiental de Desechos Sólidos (ABA), con el objetivo de generar puestos de trabajo y proporcionar un sistema alternativo de gestión de las actividades relacionadas con los desechos sólidos de las Municipalidades de San Salvador, Ilopango y Mejicanos. Estos programas,

¹ **Reciclaje Comunitario de Residuos Orgánicos.** (1998) (En línea) Suchitoto, El Salvador. Consultado el 16 mar. 2010. Disponible en <http://www.habitat.aq.upm.es/dubai/98/bp417.html> (30 K).

además de consolidar las cooperativas de reciclaje, contemplan el componente educativo, incorporando el trabajo de grupos ecológicos en escuelas, actividades de reforestación y conservación de suelos. El trabajo ha sido exitoso en Ilopango, Mejicanos, no así en San Salvador, donde la separación en el origen ha sido un problema y se ha limitado el área de trabajo a la recolección de papel.

Actualmente en El Salvador se pueden mencionar otros municipios que se inician en el compostaje, siguiendo el modelo de Suchitoto entre los cuales se encuentran:

- a) Santa Cruz Michapa (Cuscatlán).
- b) San Antonio Pajonal (Santa Ana).
- c) Santa Tecla (La Libertad).

Por su parte el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ha aportado financiamiento para la construcción de plantas de compostaje, como es el caso de San Antonio Pajonal donde aportó el 80% del costo de la planta.

Antecedentes de la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán.

La asociación de Municipios Micro Región Centro y Sur de Ahuachapán, constituida el día veintitrés de Julio de dos mil cuatro; y cuyos estatutos fueron publicados en el Diario Oficial el dieciocho de septiembre de dos mil cuatro. El objetivo principal de su constitución es crear, promover y potenciar el desarrollo del territorio de tal manera que la Micro Región Centro, Sur y sus municipios se vuelvan auto sostenibles financiera y técnicamente, a través del fortalecimiento de las capacidades institucionales, gremiales de la asociación y sus miembros.

Los Municipios que conforman la Micro Región Centro son: Ahuachapán, Apaneca, Concepción de Ataco y Tacuba; los que constituyen la Sur son:

Jujutla, Guaymango y San Pedro Puxtla (Ver Figura 1.1 "Municipios que conforman la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán"). Pero un Municipio de cada Micro Región (Concepción de Ataco y Guaymango) no van a depositar sus desechos en el Relleno Sanitario del Municipio Ahuachapán, ya que estos los depositan en el Relleno Sanitario de Atiquizaya y en San Francisco Menéndez respectivamente.

El resto de Municipios actualmente trasladan sus desechos sólidos hasta la Planta de Manejo de Desechos Sólidos (MIDES) en el Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador. Los Municipios que depositarán los desechos sólidos en el Relleno Sanitario del Municipio de Ahuachapán es aproximadamente un promedio de 67.14 ton/día (Ver Tabla 1.1 "Datos generales y generación de desechos sólidos de los municipios de la Micro Región Centro y Sur").

Figura. 1.1 "Municipios que conforman la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán".

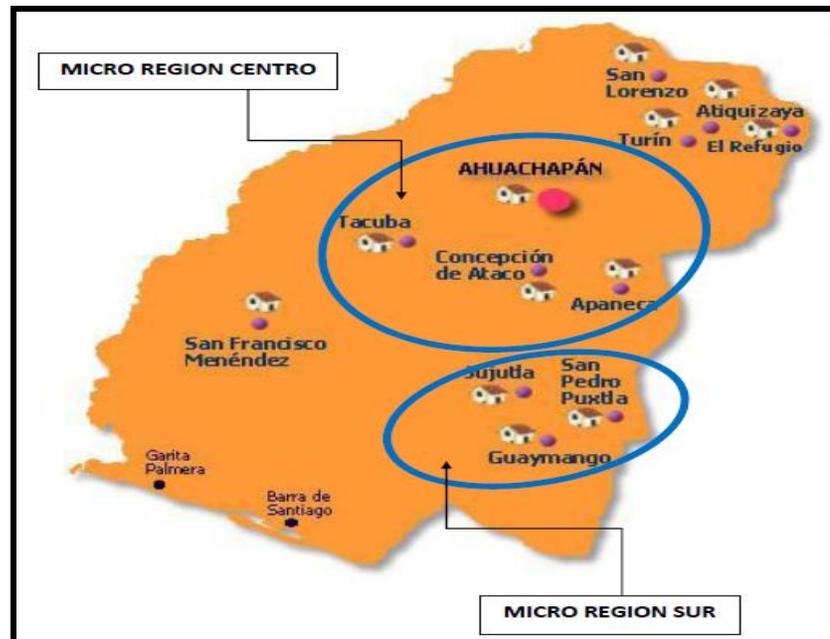


Tabla 1.1 Datos generales y generación de desechos sólidos, de los municipios de la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán.

Municipio	Población (habitantes)	Producción Estimada (Ton/Día)
Ahuachapán	68,619.000	55.33
Apaneca	4,490.0	2.46
Tacuba	5,028.1	3.73
Jujutla	7,434	4.14
San Pedro Puxtla	1,973.0	1.48

Fuente: Alcaldía de Cada Municipio.

UBICACIÓN

La Planta de Compostaje se ubicará a un costado del relleno sanitario existente. En Calle antigua a Las Chinamas, Joya de Morales, Hacienda de Tecolocoy Cantón Las Chinamas. Por cumplir este lugar las condiciones optimas para la instalación de la Planta de Compostaje. (Ver Figura 1.2 “Vías de Acceso al Relleno Sanitario”, Figura 1.3 “Extensión donde se ubicará La Planta de Compostaje”, Figura 1.4. “Mapa de ubicación de La Planta de Compostaje”).

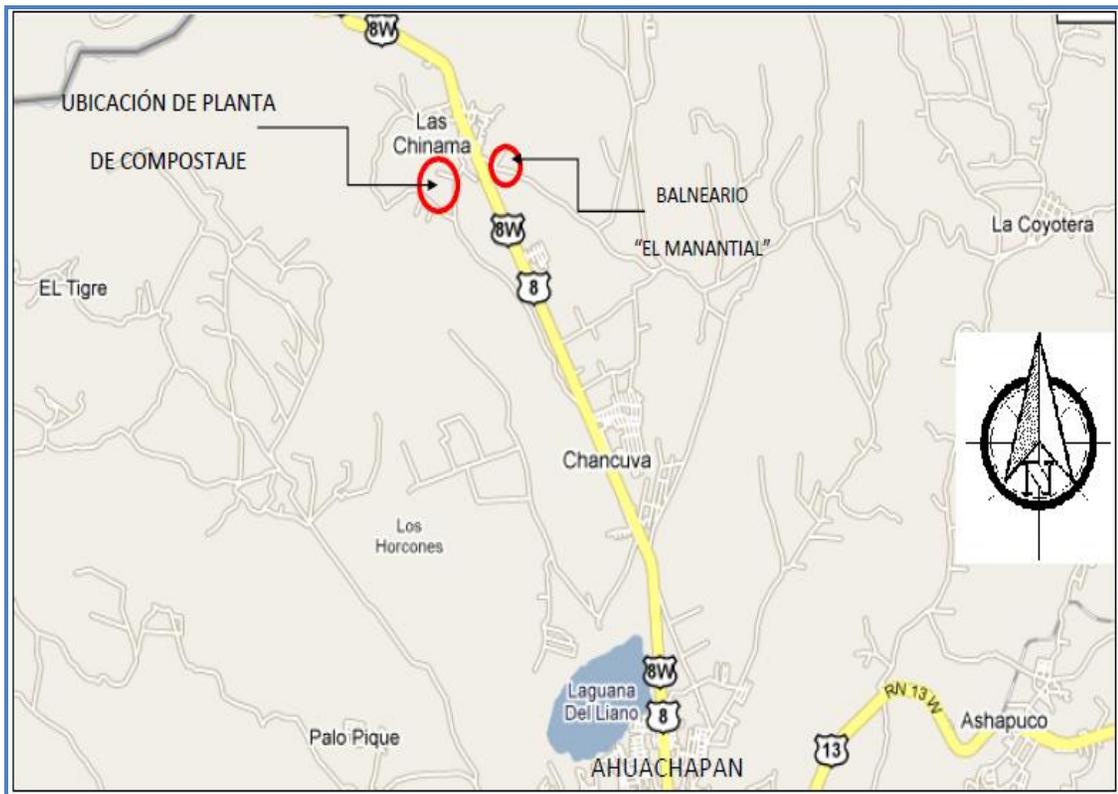
Figura 1.2 “Vías de Acceso al Relleno Sanitario”.



Figura 1.3 “Extensión donde se ubicará La Planta de Compostaje”.



Figura 1.4. “Mapa de ubicación de La Planta de Compostaje”



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Salvador posee una extensión territorial de 20,742 km², pequeña comparado con el crecimiento poblacional acelerado y alta concentración en las áreas urbanas, generando grandes cantidades de desechos sólidos por la falta de conciencia, educación y cultura; degradando el aire, el suelo, los recursos hídricos, que al final constituye un problema para la salud de la población por la generación de vectores.

En el área urbana de los municipios que conforman la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, albergan una población de 87,547 habitantes².

Generando aproximadamente 67.14 Ton/día, las cuales son trasladadas hacia el relleno de MIDES. Actualmente en el Municipio de Ahuachapán se está construyendo el Relleno Sanitario y basados en las experiencias de otras Municipalidades, los desechos sólidos son enterrados en predios conformados por celdas (Ver Figura 1.5 “Celdas de disposición final de los desechos sólidos en un Relleno Sanitario”), las cuales al llenarse caduca su vida útil. Luego se realiza el cierre de dichas celdas, pero los desechos aún se encuentran en el lugar acumulándose y convirtiéndose en un problema para las Municipalidades.

Figura 1.5 “Celdas de disposición final de los desechos sólidos en un Relleno Sanitario”.



CELDA DE UN RELLENO SANITARIO.

² VI Censo de Población y V de vivienda (2007), Dirección General de Estadísticas y Censo de El Salvador.

Para el manejo adecuado de los desechos sólidos, algunas municipalidades cuentan con rellenos sanitarios, pero para dar un manejo integral se necesita la implementación de una planta de compostaje, contribuyendo al aprovechamiento de la materia orgánica, prolongando la vida útil del relleno sanitario y reduciendo la cantidad de lixiviados (líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable) generados.

Se plantea como alternativa para disminuir los problemas anteriormente mencionados, la realización del proyecto “Diseño de Planta de Compostaje para la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán”.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Diseñar una Planta de Compostaje para la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, tomando en cuenta las normas de Ingeniería Civil, los parámetros de Ingeniería Sanitaria y las leyes vigentes del Ministerio del Medio Ambiente.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Especificar las características físicas del terreno donde será ubicada la planta de compostaje y los parámetros necesarios para el Diseño de la misma.
- ✓ Puntualizar técnicamente los desechos sólidos biodegradables que se usaran en la Planta de Compostaje de la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán.
- ✓ Proyectar las instalaciones complementarias para realizar el proceso de la fabricación de Compost.

- ✓ Construir un modelo a escala de la planta de compostaje.

1.4 ALCANCE GLOBAL

- ✓ Diseño de Planta de Compostaje de acuerdo a los parámetros de la Ingeniería Sanitaria, que cumpla con las normas y reglamentos del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales vigente en El Salvador.

1.5 LIMITACIONES

- ✓ Poca o ninguna colaboración de los entes gubernamentales, que les compete el tratamiento de los desechos sólidos, para desarrollar este tipo de proyecto.
- ✓ Falta de interés de las partes involucradas en este tipo de proyectos y/o desinterés de la población que genera los desechos.
- ✓ La cultura de apatía de parte de la población, por la preservación de los recursos naturales.
- ✓ Solo se compostará 1/6 del total de desechos sólidos generados debido a que el proceso es gradual, y que no hay en el país una planta de compostaje que maneje más de 10 toneladas, aun con la experiencia que tienen.

1.6 JUSTIFICACIONES

La generación de desechos sólidos en la región, se ha convertido en un problema que cada día va en aumento, estos son vertidos en rellenos sanitarios sin ningún tratamiento, disminuyendo su vida útil y desperdiciándose la materia prima para producir abono orgánico, a partir de los desechos sólidos biodegradables.

La falta de tratamiento adecuado a los desechos sólidos, es un problema para el medio ambiente y la salud en general; el compostaje representa una alternativa de tratamiento para la fracción orgánica de los desechos.

El diseño de La Planta de Compostaje contribuirá a tener un mejor manejo de los desechos sólidos orgánicos, ya que, al implementarla se reducirá considerablemente la cantidad de desechos sólidos depositados en el relleno sanitario, prolongando la vida útil del mismo, así como reducir la producción de lixiviados y gases. Dado que, en la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán se genera un aproximado de 72.93% de desechos sólidos orgánicos biodegradables; las características son adecuadas para implementar la Planta de Compostaje.

Por lo anteriormente mencionado es necesario llevar a cabo el proyecto, ya que se beneficiará a los Municipios de: Ahuachapán, Apaneca, Jujutla, Tacuba, y San Pedro Puxtla.

1.7 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La metodología empleada en el trascurso del proyecto será el método cuantitativo, que permitirá emplear el método científico, para el diseño de la planta de compostaje, partiendo de la observación y empleando los métodos de diseño; Exigido por las normas sanitarias de ingeniería. Y el cálculo pertinente para el diseño de la obra, como toda obra de esta especie exige:

TRABAJO DE CAMPO:

Esta etapa consistirá en realizar las visitas necesarias a lugares donde se han implementado Plantas de Compostaje, a las Municipalidades que constituyen las Micro Regiones y otras entidades relacionadas con la conservación del Medio Ambiente. Esta parte comprende:

a) Recopilación de información característica: esta etapa consiste en recolectar toda la información que sea posible obtener de las visitas de campo, tomando las experiencias que se han tenido con este tipo de Proyectos, la aceptación por parte de la población.

b) Investigación del sitio: Determinar la ubicación más conveniente de la Planta de Compostaje, en el terreno establecido, determinando la topografía e hidrografía de la zona y clima.

c) Investigación bibliográfica: Esta etapa consiste en obtener la información teórica y técnica de textos e internet que servirán para el desarrollo del proyecto.

TRABAJO DE GABINETE:

En esta etapa se procesará toda la información obtenida en el trabajo de campo, lo cual servirá para realizar el diseño de la Planta de Compostaje y se seguirán los siguientes pasos:

a) Análisis de información: Consiste en el procesamiento de los datos de campo y bibliográficos para realizar los análisis respectivos e identificar el método que se utilizará para diseñar la Planta de Compostaje.

b) Analizar el tipo de materiales que se utilizaran en la Planta de Compostaje.

c) Propuesta de ubicación: En esta fase se analizaran las diversas alternativas de ubicación de la Planta de Compostaje.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

Lo que comúnmente llamamos basura, técnicamente se conoce como desechos sólidos y consiste básicamente de todo material, producto de las actividades humanas, que se bota o elimina por carecer de valor o utilidad. Al no manejarse adecuadamente estos materiales provocan efectos nocivos en la salud humana y el medio ambiente.

Particularmente, la presencia de basura sin ningún tratamiento da lugar a la proliferación de vectores (portadores de enfermedades) y a la contaminación de aguas superficiales, subterráneas, el aire, el suelo y el paisaje. Se definirá como basura a los desechos sólidos que se producen a nivel municipal, es decir, a la basura que proviene de las casas, de los establecimientos comerciales, de instituciones (escuelas, oficinas) y de la limpieza de parques, calles, predios y otros sitios de jurisdicción municipal.

La basura se puede clasificar en dos grandes categorías: biodegradable y no-biodegradable.

La fracción biodegradable o putrescible (por ejemplo: desechos de alimentos, papel, etc.) que puede ser sometida a compostaje.

El compostaje es un proceso biológico controlado de descomposición aeróbica acelerada de los materiales orgánicos. Se puede hacer una comparación entre la combustión (oxidación química) y el compostaje (oxidación biológica).

En ambos procesos el carbón presente se oxida (química o biológicamente respectivamente) y si la combustión es completa se tienen como productos dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y energía en forma de calor. Sin embargo, en el compostaje usualmente la descomposición no es completa y se tiene como otro producto materia orgánica en forma de humus.

Es decir compostaje es el proceso y compost es uno de los productos de dicho proceso. Esta combustión biológica se da por la intervención de una serie de microorganismos, principalmente bacterias, actinomicetos y hongos.

2.1.1 DESCRIPCION DEL COMPOST.

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico o anaeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia, rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", un mejorador de suelo excelente para la agricultura. (Alcaldía municipal de San Salvador. “Conferencia de reciclaje orgánico-compostaje” 1996 P-4).

2.1.2 DEFINICION DE COMPOST.

Existen diversas definiciones de compost, entre las cuales se pueden mencionar:

1. “Es el método de manejo de desperdicios sólidos por medio del cual los componentes orgánicos son biológicamente descompuestos bajo condiciones controladas hasta el punto en que el producto final, compost, puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo sin que afecte negativamente el medio ambiente.”³
2. “Llámesse compost al producto resultante de un proceso controlado de descomposición de la materia orgánica que resulta en un material que incorporado a la tierra provee de algún nivel de nutrientes extra, así como también mejora la textura y condiciones de absorción de la misma.”⁴

³ Alcaldía municipal de San Salvador. “Conferencia de reciclaje orgánico-compostaje” 1996 P-5.

⁴ Inglett, George E., “Simposioun: Processing agricultural and municipal wastes” P-172.

3. “El composteo se define como la degradación bioquímica de la materia orgánica fermentable para convertirla en un compuesto bioquímicamente inactivo llamado Compost”⁵.

Por tanto se puede aceptar el compostaje como la descomposición de desechos orgánicos en un ambiente húmedo, tibio y aireado, en el cual influyen un gran número de microorganismos y fauna del suelo, dando Humus como producto final.

2.1.3 TÉCNICAS DE COMPOSTAJE

Existen variadas técnicas para producir compost. Su selección dependerá del uso que se le quiera dar, del productor, de las necesidades del mercado, de la cantidad de material a procesar y tipo de materia prima, Algunas de estas son:

a) **Pilas estáticas:** El sistema de pilas estáticas se realiza formando montones de residuos de baja altura, pero lo suficientemente altos para mantener el calor. Los montones se dejan durante todo el proceso sin movimiento, por lo que su aireación se realiza pasivamente. El compostaje en estas condiciones es un proceso muy lento, que necesita de al menos 1 año para obtener un buen producto. (Cordova, 2006).

Las ventajas de esta tecnología se basan en que se obtienen buenos resultados, cuando el material a tratar es homogéneo en tamaño, ser de bajo costo de implementación y baja utilización de mano de obra. (Cordova, 2006).

Las desventajas están dadas por la alta probabilidad de generar zonas con anaerobiosis en las pilas, generando malos olores, por lo tanto no se puede ubicar la planta en zonas cercanas a poblaciones. Por otra parte, necesita de una gran superficie. (Cordova, 2006).

⁵ Trejo Vásquez, Rodolfo “Procesamiento de la basura urbana” 1994 P-186.

b) **Pilas estáticas aireadas:** Consiste en colocar el material a compostar en pilas y airearlo en forma pasiva, a través de una red de tuberías perforada que se colocan en la parte inferior de la pila. La altura recomendada de la pila es de 1,0 a 1,5 mts. (Avendaño Rojas, 2003).

Las ventajas de este método es que se puede procesar gran cantidad de residuos. Es recomendado cuando se dispone de poco espacio y se desea completar el proceso en menos de un año. (Cordova, 2006).

La desventaja de ésta técnica es encarecer el costo de inversión de la planta.

c) **Pilas de Volteo o hilera:** En este sistema el material se amontona en pilas alargadas al aire libre o en galpones. (Avendaño Rojas, 2003).

El tamaño y la forma de las pilas (triangular o trapezoidal) dependerán del clima, material utilizado y la maquinaria disponible.

La ventaja de ésta técnica se encuentra en que el costo de inversión y de funcionamiento es bajo, el proceso se realiza en corto tiempo, ya que se completa en tres meses o más. (Córdova, 2006).

La desventaja se encuentra en que se necesita de gran superficie para realizar el proceso. (Córdova, 2006).

2.1.4 CARACTERISTICAS DE LA ELABORACION DEL COMPOST.

Las características físicas observables de este tipo de producto son:

- Color negro homogéneo o café oscuro.
- Su forma es granulada y sin restos gruesos.
- Olor a tierra húmeda.
- Su contacto no ensucia ni es repelente.
- Gran capacidad de absorción de agua.

- El pH debe estar entre 5.5 y 8.0. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 3).

2.2 PROCESO DE COMPOSTAJE.

Para la elaboración de un buen compost, se debe de tener claro, el proceso que se llevará a cabo. Por ello se describen los siguientes apartados:

2.2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.

El compost se produce cuando materiales de origen vegetal o animal se biodegradan o pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y diversos microorganismos.

La producción de compost o composta se puede hacer por dos formas:

1. Con microorganismos que necesitan oxígeno (Proceso aeróbico).
2. Con microorganismos que no necesitan que haya oxígeno. (Procesos anaeróbico). (Procesos anaeróbico). (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 3).

2.2.1.1 ETAPAS BIOLÓGICAS.

En una pila de compostaje hay tres grupos principales de organismos:

1. **Consumidores primarios.** En un grano de compost hay más de diez millones de microorganismos, que en su mayor parte son bacterias que generan calor, producto de su trabajo y se clasifican de acuerdo al rango de temperatura en que operan:
 - a) **Mesolítico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia

de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

b) Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

c) De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

d) De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

2. **Consumidores secundarios.** Estos consumen a otros microorganismos, manteniendo bajo control a dichas poblaciones, por ejemplo los nemátodos que son un tipo de gusanos que se alimentan de bacterias, protozoarios, esporas de hongos y entre sí.
3. **Consumidores terciarios.** Se alimentan principalmente de consumidores secundarios, por ejemplo unas arañas que comen a los artrópodos sin tejer telarañas, los ciempiés que comen invertebrados aun más grandes que ellos escarabajos que se alimentan de semillas y otro material vegetal. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 8).

2.2.1.2 CONDICIONES REQUERIDAS PARA ELABORAR COMPOST.

Para lograr un buen proceso de compostaje hay que mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura y nutrientes.

- 1) **Humedad:** El agua es necesaria para facilitar que los nutrientes estén disponibles a los microbios y para que éstos puedan realizar sus procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. Un contenido bajo de humedad inhibe la actividad microbiana, a medida se va alcanzando el límite inferior, el proceso de descomposición se hace más lento, si se reduce a menos del 8% toda la actividad microbiana se detiene; por eso es que los alimentos secos y salados pasan mucho tiempo sin arruinarse. Si el contenido de humedad es muy alto, se evita que el oxígeno esté disponible para que los microbios puedan digerir los desechos y se genera mal olor.

La humedad ideal para una pila de compostaje es entre 40% y 60% por peso, al tacto el material debe sentirse húmedo pero no debe escurrir agua.

Si la pila de compostaje está muy seca y los materiales no se mantienen unidos sino que se desintegran, hay que agregar agua o materiales húmedos, si la pila está muy húmeda, hay que agregarle materiales secos a la pila o darle vuelta con frecuencia para que se seque.

- 2) **Temperatura:** Cuando el material se está compostando pasa por un ciclo de temperaturas que es ocasionado por la actividad microbiológica. Al inicio la pila aumenta rápidamente la temperatura por el compostaje de los materiales que se degradan más fácilmente, se mantiene así por un corto tiempo y luego comienza a enfriarse. Al voltear la pila se facilita la entrada de aire, se traen al interior los materiales del exterior, y la pila se vuelve a calentar.

Como se dijo antes es deseable alcanzar condiciones atmosféricas (entre 40° C y 93° C), ya que se necesitan altas temperaturas para destruir

patógenos que pudieran encontrarse en la pila, ya que de lo contrario se podrían producir compostaje infectado e infectar el lugar donde se vaya a colocar.

En operaciones de compostaje en gran escala se recomienda mantener temperaturas mayores de 55° C por más de 3 días para garantizar la destrucción de patógenos. Las pilas de compost hogareñas deben ser mayores de 1 m³ para poder alcanzar condiciones Termofílicas.

- 3) **Nutrientes:** Para el crecimiento microbiano en la pila de compost, es necesario que haya un balance entre carbono y nitrógeno que son los macronutrientes más importantes, los materiales ricos en carbono son color café y seco, los ricos en nitrógeno son verde y húmedos.

Los microbios usan el carbono para su oxidación metabólica, parte lo convierte en bióxido de carbono y parte lo combinan con nitrógeno para sus células.

Cuando el carbono está en lignina o celulosa cuesta biodegradarlo y hay que reciclarlo varias veces en una pila de compost. Cuando el carbono se quema es cuando se eleva la temperatura de la pila y a eso se debe que se reduzca el volumen de la pila durante el compostaje.

El nitrógeno es necesario para el crecimiento de las células, cuando hay exceso del mismo se libera como amoníaco y cuando hay escasez se retarda el compostaje.

La relación óptima es de 19 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno, cuando esa relación es mayor se retarda el compostaje y se genera un olor desagradable, pero si la relación es menor, los microorganismos se terminan el carbono y dejan ir el nitrógeno como amoníaco. Garantizar esta relación puede ser difícil en la práctica. (Guía para hacer Compost en forma aeróbica, CESTA, 1998. P-2).

2.2.1.3 PREPARACIÓN DE LA PILA DE COMPOST.

Lo que se ponga en la pila de compostaje va a determinar la estructura, composición, olor y compostabilidad. Si se seleccionan los materiales adecuados y en la cantidad apropiada, el proceso de descomposición será más rápido, se van a reducir los malos olores, se mantendrán alejadas las plagas, se va a prevenir la diseminación de plantas o insectos indeseados y se producirá un compost de calidad. (Ver Tabla 2.1. Lista de materiales ricos en carbono y nitrógeno).

Clasificación de materiales ricos en Carbono y Nitrógeno.

Ricos en Carbono	Ricos en Nitrógeno
✓ Tela de algodón	✓ Frijoles
✓ Polvo del suelo	✓ Toronjas
✓ Pinos	✓ Cascaras de banana
✓ Grama seca	✓ Pan
✓ Cascaras de nueces	✓ Lechuga
✓ Paja	✓ Desechos de brócoli
✓ Huesos	✓ Zanahorias, limones
✓ Polvo de aspiradoras	✓ Olotes en pedazos
✓ Heno	✓ Pepinos
✓ Plumas	✓ Melones
✓ Excremento de vaca	✓ Cebollas, peras
✓ Aserrín	✓ Bases de espárragos
✓ Pelos	✓ Papa
✓ Caballo, pollo, conejo y ovejas.	✓ Cascaras de huevo
✓ Cueros	✓ Flores
✓ Cenizas	✓ Grama Verde
✓ Hojas.	✓ Cascaras de manzana
	✓ Residuos de Jardín.
	✓ Filtros y desechos de café.

Tabla 2.1. Lista de materiales ricos en carbono y nitrógeno⁶.

⁶ Fuente: "Guía para hacer Compost en forma aeróbica". CESTA, 1998. P-5.

Algunas consideraciones:

1. La carne, el pescado, los huesos, los productos lácteos y grasas atraen moscas y pestes.
2. Plantas infectadas o huevos de larvas pueden sobrevivir al proceso e infectar el producto.
3. Hay plantas que son muy tóxicas a los insectos o a otras plantas y pueden dañar el proceso de compostaje.
4. El excremento de perros y gatos puede tener patógenos que sobreviven al proceso de compostaje.
5. Los vegetales que han sido tratados con químicos pueden transportar esos químicos a la pila y matar a los organismos que producen el compost.
6. Pequeñas cantidades de papel periódico, filtros de café, etc., son aceptables en la pila, aunque mucho papel puede concentrar demasiada humedad y detener el proceso, además la celulosa cuesta que se biodegrade.
7. Papel brillante no debe incluirse, porque algunas tintas y el recubrimiento pueden tener materiales tóxicos y metales pesados dañinos para el proceso de compostaje.

El compostaje se acelera si los materiales se cortan en pedazos pequeños porque hay más superficie expuesta a la acción de los microorganismos, esto es bueno hacerlo con los desechos de la cocina; sin embargo, para los residuos verdes como la grama se recomienda que los pedazos no sean menores de 3 o 5 centímetros porque tienden a formar una masa y no dejan que haya oxígeno presente. (Guía para hacer Compost en forma aeróbica, CESTA, 1998. P-6).

2.2.1.4 COMO MANTENER CONDICIONES AERÓBICAS.

Es necesario garantizar que hayan condiciones aeróbicas en la pila, esto va a evitar malos olores, acelerar el proceso y producir un mejor compost.

a) Aceleración

Se puede lograr la presencia de oxígeno en varias formas:

- ✓ Colocando en medio de la pila materiales como ramas que permitan el paso del aire.

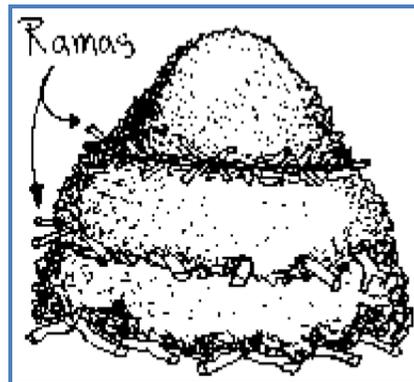


Figura 2.1 "Materiales con ramas."

- ✓ Colocar chimeneas desde la base al tope y luego quitarlas para que permitan el paso de aire.

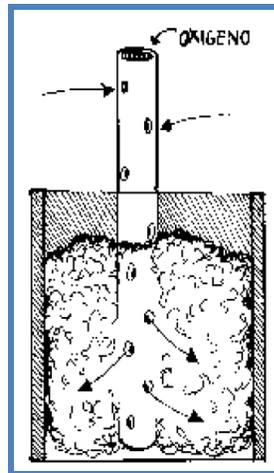


Figura 2.2 "Chimeneas desde la base al tope".

- ✓ Dando volteo a las pilas de compost en forma mecanizada.



Figura 2.3 “Volteo en forma mecanizada”.

Las pilas con materiales de alto contenido de nitrógeno requerirán más aire que las que tienen alto contenido de carbono.

Si la pila está expuesta al aire recibirá más aireación natural y se secará más rápido, si está cubierta con plástico va a evitar que le llegue la lluvia y que haya evaporación.

El volteo debe hacerse cuando la pila de compost llega a la temperatura máxima de unos 45° C a 65° C. Nunca debe voltearse la pila más de una vez cada 3 días.

Cuando se va a iniciar una nueva pila es conveniente colocar una base de abono ya producido (compostaje) porque allí van a ir los microorganismos que van a iniciar el proceso de nuevo.

b) Inoculadores.

Un inoculador es un cultivo de microorganismos que se agrega a una pila de compost para acelerar el proceso de compostaje. Los inoculadores usualmente buscan proveer un mejor balance nutricional o ambiental para los microorganismos que están presentes. Para ser útil un inoculador debería lograr cualquiera de lo siguiente:

- ✓ Suministrar un tipo de microbio que se necesita y no está presente en el material que se va a compostar.
- ✓ Incrementar microorganismo cuando se tiene población deficiente de los mismos.
- ✓ Introducir un grupo de microorganismos más efectivo que los ya presentes.

Es posible acelerar el proceso inoculando la pila con microorganismos ya presentes. Los inoculadores más simples y económicos se encuentran en el compost ya producido.

c) Activadores

Los activadores o catalizadores como el excremento de vaca, suministran una fuente de nutrición para acelerar la reproducción de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia, son útiles particularmente donde hay materiales con alto contenido de carbono .La cal es un activador que sirve para reducir el grado de acidez de la pila de compost. (Guía para hacer Compost en forma aeróbica”. CESTA, 1998. P-7).

2.2.2 MATERIA PRIMA PARA EL PROCESO

Entre los materiales orgánicos existen algunos que fácilmente se compostan y otras que cuestan más, incluso hay algunos que necesitan muchas décadas para compostarse como el caso de los materiales orgánicos sintéticos (plásticos). Entre los materiales que fácilmente se compostan se encuentran: Vegetales, granos, huevos, hojas de arboles, papel, periódicos, cartón; y los que más cuestan compostar son: Huesos, carne, cadáveres y algunas maderas. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 6).

2.3 UTILIZACION DEL COMPOST.

La utilidad del compost varía de acuerdo a la proveniencia de la materia prima y a las condiciones de la planta de producción o lugar donde se realiza dicho proceso.

El compost tiene mayor efecto si se aplica a climas tropicales, es decir que es apropiado para el área Centroamericana, ya que este es el tipo de clima de la región y apropiado para todo tipo de cultivos, porque es un mejorador de suelos pero su uso tiene que ir acompañado de abonos químicos y con el tiempo el uso de estos disminuye debido a las cualidades del compost.

También se utiliza como acondicionador de suelo, es decir que el uso a largo plazo permite que la tierra retome los macro nutrientes que ha perdido por el mal uso que se le da.

Las aplicaciones pueden ser en dos formas:

1. Material compostado seco. La forma de aplicarlo se presentan en la tabla 2.2. "Formas de aplicar el compost proveniente de desechos orgánicos".
2. Como un té que suministra los nutrientes a las plantas en forma líquida. El té de compost puede ser hecho sumergiendo una bolsa de compost en un barril con agua, la bolsa debe estar hecha de material poroso para que el agua penetre y el compost se diluya. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 11).

USO	OBSERVACIONES
GRAMALES	
Incorporado al suelo para establecimiento	Incorporado en las 6 a 8 pulgadas superficiales. Usar baja proporción en suelos relativamente fértiles y alta en suelos estériles.
Mulch Superficial	Regado uniformemente en la superficie antes de sembrar gramales por semilla
Mantenimiento	Regado uniformemente en la superficie. Recomendable después de limpiar los gramales.
Producción de zacates. Comerciales de rollo.	Incorporado entre las 4 o 6 pulgadas superficiales de suelo.
USO AGRICOLA	
Producción de cosechas agrícolas. Con o sin incorporación.	Regado uniformemente sobre la superficie del suelo. Mejor si se incorpora.
VIVEROS ORNAMENTALES	
Arbustos y arboles Establecimiento	Incorporado en las 6 a 8 pulgadas de suelo. No usarlo donde se va a sembrar plantas que prefieren suelos áridos.
JARDINERIA	
Establecimiento de árboles y arbustos	Hacer una mezcla de pareja con 2/3 de suelo nativo
Mezcla de suelo para macetas	Regar abundantemente y drenar las macetas antes de sembrar, para prevenir daños por concentración de sales.

Tabla 2.2 “Formas de aplicar el compost proveniente de desechos orgánicos”⁷.

2.4 BENEFICIOS DEL COMPOST.

- ✓ Se agrega al suelo para mejorar su textura. Al incorporarlo se vuelve más eficiente, los nutrientes se continúan desprendiendo por un periodo largo de tiempo y las plantas lo van utilizando a medida van creciendo.

⁷ Fuente: Alcaldía Municipal de San Salvador. “Conferencia de reciclaje orgánico- Compostaje”1996.

- ✓ Disminuye la demanda de abonos químicos y el uso de pesticidas, los cuales contaminan las fuentes de agua.
- ✓ Ayuda a frenar la erosión del suelo especialmente en cultivos que dejan el terreno casi desnudo.
- ✓ Reduce los riesgos de contaminación, ocasionando el menor daño al medio ambiente.
- ✓ Mejora las propiedades físicas del suelo, al facilitar su arado, lo hace más poroso y más aireado.
- ✓ Aumenta la retención de agua y amplía los sistemas de raíces de la planta, con lo cual se vuelve más fuerte, vigorosas y se mantienen en pie evitando una pérdida por malas cosechas.
- ✓ Mejora el nivel de fertilidad de la tierra.
- ✓ Aumenta la fauna del suelo (bacterias, lombrices, etc.), las cuales ayudan a combatir las plagas.
- ✓ Se aprovechan los desechos sólidos orgánicos biodegradables para obtener un producto final útil al suelo. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcandía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 12).

2.5 DESVENTAJAS DEL COMPOST.

1. Altos costos de instalación y funcionamiento.
2. Requiere de personal calificado.
3. Se precisa eliminar objetos voluminosos o perjudiciales para los molinos.
4. Se debe separar la fracción compostable del resto.

5. La ubicación de la planta es difícil debido a las molestias que ocasiona en los alrededores. (Diseño de Plan de Mercado del Compost para la Alcaldía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 13).

2.6 PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL COMPOSTAJE.

Algunos problemas a la hora de la fabricación se presentan en la tabla 2.3 “Principales problemas que se pueden dar dentro de una pila de compost y sus posibles soluciones”, con sus posibles causas y soluciones. (Diseño de un Plan de Mercado del Compost para la Alcaldía Municipal de San Salvador, Barahona Hernan Virgilio, 1999, pag. 14).

SINTOMA	POSIBLE PROBLEMA	REMEDIOS
Malos Olores	1. Demasiado mojado	Agregar a la pila materiales como hojas
	2. Necesita aire	Voltear la pila para incorporarle mas aire o mezclar los materiales que no se compactan para crear espacios de aire.
	3. Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno	Agregar y mezclar materiales con alto contenido de carbono.
La pila tiene olor a amoníaco	1. Demasiados materiales verdes	Voltear la pila o agregar materiales secos como aserrín o pedazos de madera.
	2. La relación C/N esta fuera de balance	
El procesos es muy lento	1. Las partículas en la pila de compostaje son demasiado grandes	Cortar los desechos en pedazos que no sean mayores de 20 a 25 cm., además se puede agregar material compostado para proveer mas microorganismos.
	2. Falta de agua	Agregar agua al compostaje
La pila no se calienta	1. Falta de nitrógeno	Agregar materiales con nitrógeno como grama verde o desechos de vegetales.
	2. El área superficial de la pila puede ser muy pequeña	Mezclar mas materiales para crear una pila más grande
El centro está seco	1. No hay suficiente agua	Agregar agua cuando se este volteando la pila de compostaje

Tabla 2.3 “Principales problemas dentro de una pila de compost y sus posibles soluciones⁸”.

⁸ Fuente: “Guía para hacer compost en forma aeróbica” CESTA, 1998. P-16.

2.7 MARCO LEGAL

La legislación Salvadoreña cuenta con herramientas legales para proteger el Medio Ambiente entre las que se pueden mencionar: La Constitución de la República, Ley del Medio Ambiente, Reglamento especial de desechos sólidos.

CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA.

La constitución de la República de El Salvador en los artículos 65 y 117, regula el buen Manejo de los desechos sólidos desde la recolección hasta la disposición final.

LEGISLACIÓN SECUNDARIA EN EL SALVADOR RELACIONADA CON LOS DESECHOS SÓLIDOS.

CÓDIGO PENAL.

El título X, Capítulo II trata de los delitos relativos a la naturaleza y el medio ambiente.

Aquí se establecen disposiciones que tienen relación con los desechos sólidos y conductas que están tipificadas como DELITOS, así:

A. La contaminación agravada

El Artículo 255 refiere “El que provocare o realizare, directa o indirectamente, emisiones, radiaciones, vertidos, vibraciones, inyecciones o depósitos de cualquier clase, en la atmósfera, en el suelo o a las aguas terrestres, marinas o subterráneas, que pudieran perjudicar gravemente las condiciones de vida o de salud de las personas o las de vida silvestre, bosques, espacios naturales o plantaciones útiles, será sancionado con prisión de dos a cuatro años y multa de doscientos a doscientos cincuenta días multa.

B. Contaminación ambiental agravada

El Artículo 256 establece la CONTAMINACIÓN AMBIENTAL AGRAVADA. La pena se aumenta entre tres a seis años de prisión y multa de doscientos cincuenta a trescientos días multa, si la actividad contaminante funcionare clandestinamente, o sea sin permiso o que ella hubiera desobedecido las ordenes de corrección o suspensión de la actividad o aportado información falsa sobre los aspectos ambientales de la misma actividad o si se hubiere obstaculizado las actividades de inspección de la administración.

CÓDIGO DE SALUD.

El establece que la salud de los habitantes de la República, constituyen un bien público y que el Estado y las personas están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento.

El estado determinará la política nacional de salud y, controlará y supervisará su aplicación.

El Artículo 40 establece que es el (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social) MSPAS, el responsable de planificar y ejecutar esta política, dictar las normas pertinentes, organizar, coordinar y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con la salud.

El Artículo 56 del código establece que corresponde al (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social) MSPAS, por medio de sus organismos locales, como unidades de salud, desarrollar programas de saneamiento ambiental encaminados a lograr, para la colectividad, “la eliminación de basuras y de otros desechos”.

El Artículo 78 del código establece que es el (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social) MSPAS el que directamente o por medio de organismos competentes debe tomar las medidas para proteger a la población de

contaminación por humos, ruidos, vibraciones, olores desagradables, gases tóxicos, pólvora y otros contaminantes atmosféricos.

CÓDIGO MUNICIPAL

El código municipal tiene como base constitucional el título VI relativo a los órganos del gobierno, atribuciones y competencias; Capítulo VI referente al gobierno local, sección segunda, las municipalidades y específicamente el inciso primero del artículo 203 en el que la carta magna prescribe que los municipios son autónomos y que se regirán por un código municipal. El cual establece los principios generales para su organización, funcionamiento y el ejercicio de sus facultades autónomas.

El art.1 del código municipal establece que el objeto del mismo es desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento, y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.

El título III “De la competencia municipal”, Capítulo único, art.4, numeral 19, prescribe “Compete a los municipios la prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de basuras”. El término basura se considera desactualizado por lo que se requiere modificarlo para que abarque de forma amplia y clara los residuos que son objeto del servicio.

La disposición anteriormente citada, requiere para su implementación y ejecución práctica de un marco normativo que establezca los mecanismos y procedimientos para la prestación de servicios. Esto se ha regulado en algunos municipios por medio de ordenanzas municipales a que se refiere el título II, “De los conceptos generales”, capítulo único, art.3, numeral 5, en el que se prescribe la autonomía del municipio se extiende a decretar ordenanzas y reglamentos locales.

Régimen sancionatorio del código municipal

El título X, “De las Sanciones, Procedimientos y Recursos”, en su capítulo único. art.126 establece las sanciones que pueden prescribirse en las ordenanzas municipales, incluyendo el arresto, multa, decomiso y clausura. El art. 128, establece que la multa debe tener un monto máximo de diez mil colones, que podrá imponerse por infracciones a las ordenanzas municipales. Se considera que esta sanción es restrictiva y de poca cuantía. Ella es subjetiva y la cantidad no es representativa. Además no se considera el resarcimiento al daño causado.

Se destaca también lo previsto en el art.130, que establece la oficiosidad en el inicio del proceso cuando el alcalde o funcionario delegado tiene conocimiento del cometimiento de una infracción a las ordenanzas municipales. No obstante, pese a las constantes denuncias respecto a infracciones a estas con relación a problemas de residuos sólidos, no se hace acopio de lo que esta disposición prescribe, quedando impune la contaminación del ambiente por tales desechos.

LEY DE MEDIO AMBIENTE

El art.1 de la ley del Medio Ambiente refiere que “La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente, el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

El tema de los desechos sólidos está enmarcado dentro de los objetivos que persigue la ley. Resulta importante la mención que hace la ley a la aplicación de los tratados y convenios internacionales en materia ambiental.

La ley exige la aplicación del “Convenio de Basilea” y el “Acuerdo sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos en la región Centroamericana”.

Desechos municipales

También en relación con desechos sólidos, la ley en su capítulo III “Prevención y Control de la Contaminación”; se refiere a la CONTAMINACION Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS, “El Ministerio del Medio Ambiente promoverá en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el Reglamento y Programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final”.

La ley establece la necesidad de la coordinación interinstitucional, entre los organismos que son los responsables, cada uno en su campo, de la gestión de los desechos sólidos. También está prescrito que debe establecerse un reglamento y programas relativos a los desechos sólidos.

Infracciones ambientales

Infracciones ambientales son las acciones u omisiones cometidas por personas naturales o jurídicas, inclusive el Estado y los municipios. Se clasifican en

MENOS GRAVES, Y GRAVES, para lo que se tomará en cuenta el daño causado al medio ambiente.

Sanciones

Las sanciones por las infracciones establecidas a la ley serán aplicadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) La sanción será de multa y se establecerá en base a salarios mínimos mensuales. Las infracciones MENOS GRAVES, se sancionarán entre dos a cien salarios mínimos mensuales y las infracciones GRAVES, se sancionaran entre ciento uno a cinco mil salarios mínimos. En la imposición de las sanciones, según lo prescrito por la ley se tomara en cuenta el principio de proporcionalidad⁹.

REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES.

CAPITULO ÚNICO.

DEL OBJETO, DEL ALCANCE Y DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Objeto y Alcance.

Art. 1.- El presente Reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos.

El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas

⁹ Ministerio de salud pública y asistencia social MSPAS ;Organización Panamericana de La Salud OPS; Organización Mundial de la Salud OMS (1998) **Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de El Salvador**, División De Salud Y Ambiente, San Salvador, El Salvador.

públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

Ámbito de Aplicación

Art. 2.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán en todo el territorio nacional y serán de observancia general y de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica.

Glosario

a. **Aprovechamiento:** Todo proceso industrial y/o manual, cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos.

b. **Compostaje:** Proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente.

c. **Contaminación por desechos sólidos:** La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos.

d. **Desechos Sólidos:** Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.

e. **Disposición Final:** Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.

f. **Generador de desechos sólidos:** Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos sólidos.

g. **Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

h. **Gestión Integral:** Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

i. **Reciclaje:** Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

j. **Recolección:** Acción de recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reuso o a los sitios de disposición final.

k. **Recolección Selectiva:** Acción de clasificar, segregar y presentar segregadamente para su posterior utilización.

l. **Reutilización:** Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.

m. **Segregación en la Fuente:** Segregación de diversos materiales específicos del flujo de residuos en el punto de generación. Esta separación facilita el reciclaje.

n. **Tratamiento o Procesamiento:** Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental.

TITULO II

DEL MARCO GENERAL.

CAPITULO ÚNICO.

DE LAS RESPONSABILIDADES Y ATRIBUCIONES.

Responsabilidades del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Art. 4.- Serán responsabilidades del Ministerio:

- a. Determinar los criterios de selección para los sitios de estaciones de transferencias, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.
- b. Emitir el permiso ambiental de acuerdo a lo establecido en la Ley para todo plan, programa, obra o proyecto de manejo de desechos sólidos.

TITULO III

DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES

CAPITULO II

DE LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Rutas, horarios y frecuencias de recolección

Art. 7.- La determinación de las rutas, de los horarios y las frecuencias del servicio de recolección de desechos sólidos y planes de contingencia establecidos por los titulares, se realizará con sujeción estricta de los aspectos ambientales vigentes.

Equipos de Recolección y Transporte

Art. 8.- El equipo de recolección y transporte de desechos sólidos deberá ser apropiado al medio y a la actividad. Dicho equipo deberá estar debidamente identificado y encontrarse en condiciones adecuadas de funcionamiento, y

llevará inscrito en lugar visible y con material indeleble la magnitud de la tara. Los equipos deben ir debidamente cubiertos para evitar la dispersión de los desechos.

Transporte de desechos sólidos

Art. 9.- Los equipos de transporte pesado de desechos sólidos, desde la estación de transferencia, si la hubiere, hacia el sitio de disposición final, deberán estar debidamente identificados. En su recorrido, se respetará una ruta única y previamente establecida, la que no será alterada sin previa autorización.

CAPITULO IV

DEL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO.

Tratamiento de desechos sólidos.

Art. 11.- La utilización del Sistema de Tratamientos de Desechos Sólidos en el país dependerá fundamentalmente de la naturaleza y la composición de los desechos.

Para los efectos del presente Reglamento, se identifican los siguientes Sistemas de Tratamiento:

- a. Compostaje.
- b. Recuperación, que incluye la reutilización y el reciclaje.
- c. Aquellos específicos que prevengan y reduzcan el deterioro ambiental y que faciliten el manejo integral de los desechos.

Para la aplicación de estos Sistemas de Tratamientos se requerirá la obtención del permiso ambiental.

CAPITULO 3:
CARACTERISTICAS
GENERALES DE LA UBICACION
DEL PROYECTO.

3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA.

El Departamento de Ahuachapán está ubicado en la zona occidental; dentro del circuito turístico conocido como la Ruta de Las Flores en la República de El Salvador.

El inmueble seleccionado para construir la planta de compostaje se ubica a 50 mts de la intersección de la calle antigua a Las Chinamas con la carretera CA-8 (Ver **Figura 3.1**), en el lugar conocido como Joya de Morales, Hacienda Tecolocoy, Cantón Las Chinamas, Municipio de Ahuachapán, Departamento de Ahuachapán, con coordenadas N 13° 55' 58.9"; W 89° 51' 0.5", cuya calle se encuentra en condiciones aceptables, por lo que no representaría problemas para el transporte de la materia prima del compost. Siendo propiedad de la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, específicamente a los municipios siguientes: Ahuachapán, Apaneca, Tacuba, Jujutla, y San Pedro Puxtla.

3.1.1 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Al Municipio de Ahuachapán se puede llegar a través de dos vías de acceso. La primera que se une con la Carretera Panamericana a 100 km. de la ciudad capital. (RN 107), la cual pasa por las poblaciones de Turín, Atiquizaya, El Refugio y Chalchuapa hacia el Noreste; y la segunda es por la Carretera del Litoral (CA-8), que lo comunica con la Aduana Las Chinamas, una de las más importantes del país, y la Ciudad de Guatemala hacia el Nor-oeste del Municipio.

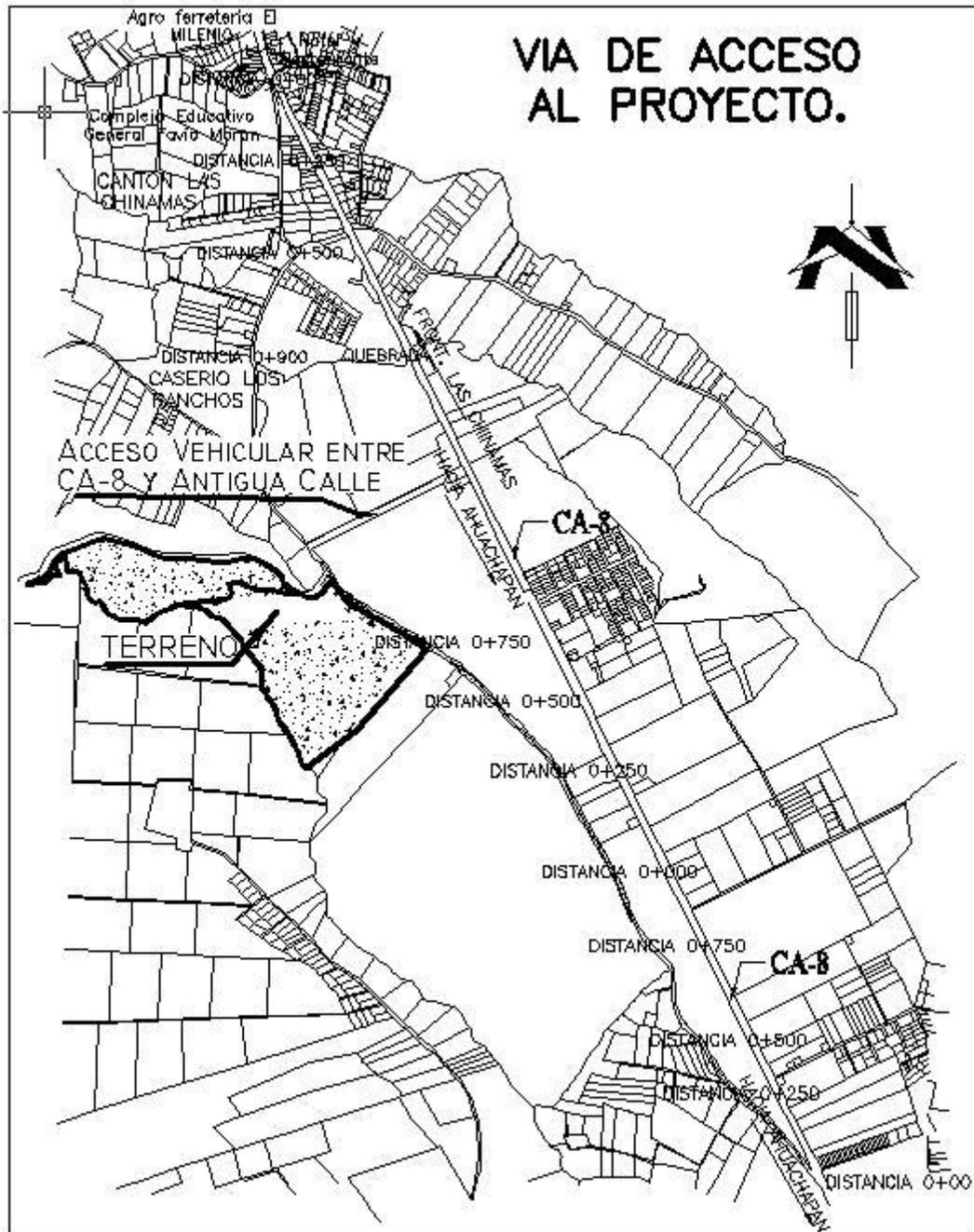


Figura 3.1 “Ubicación de vía de acceso directo desde CA-8 al proyecto”.

3.1.2 COLINDANCIAS

AL NORTE : Con San Lorenzo y la República de Guatemala.

AL ESTE : Con San Lorenzo, Atiquizaya y Turín.

AL SUR : Con Juayúa (Departamento de Sonsonate), Apaneca, Concepción de Ataco y Tacuba.

AL OESTE : Con la República de Guatemala.

3.1.3. COORDENADAS Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

ALTITUD : Promedio 785 msnm.

LONGITUD : W 89° 51' 00.5

LATITUD : N 13° 55' 58.9"

EXTENSIÓN: 244.84 km².

3.2. TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA DE LA ZONA.

El Municipio de Ahuachapán está situado “en la Meseta Central con topografía mas o menos plana, con predominio de pendientes menores del 15%.

La topografía general de la zona es llana, y los materiales que la componen son sedimentos costeros que dan lugar a varios grupos de suelos con caracteres diversos. Los principales ríos son: “Río Paz que se encuentra en límite fronterizo con Guatemala, Los Hervideros que se forma de la confluencia de los ríos El Molino y Nejapa el cual limita naturalmente con el Municipio de Tacuba; Río El Molino que se forma de la confluencia de los ríos Asino y quebrada Agua Caliente entre otros”.

3.3 CLIMA DE LA ZONA

Ahuachapán con una altura promedio de 785 metros sobre el nivel del mar (msnm), cuenta con un clima catalogado como sabana tropical caliente con dos estaciones: lluviosa que comprende de mayo a octubre; y seca de noviembre a

abril, con precipitaciones anuales que oscilan entre 1,600 mm³ y 2,400 mm³, y temperaturas promedio que rondan los 22° C y 27° C.

Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y lluviosa con velocidad promedio anual es de 8.1 Km./h., la humedad relativa del aire media anual es de 84%, en la estación de verano la mínima es 63%. A continuación se presenta un cuadro resumen de la estación de Ahuachapán la cual presenta condiciones climáticas representativa de la zona a una altura promedio de 725 m.s.n.m. el cuadro presenta promedios mensuales de las variables más importantes (Ver tabla 3.1).

Tabla 3.1 “Resumen de las Condiciones Climáticas”.

Estación: Ahuachapán		ELEVACIÓN 725 m.s.n.m.										
Departamento: Ahuachapán												
PARAMETROS /MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (ml/mes)	3	3	6	46	168	331	361	331	375	196	34	5
Temperatura promedio °C	21.7	22.2	23.6	24.4	24.2	23.2	23.3	23.0	23.0	23.0	22.5	22.0
Velocidad viento km/h	10	10.9	9	9.5	7.5	6.8	7.4	6.6	6.1	6.5	8.2	9.1
Humedad relativa (%)	65	63	66	66	76	82	70	81	84	81	71	66
Nubosidad en /10	2.8	2.4	3.6	4.2	6.2	7.1	6.4	7.1	7.6	6.4	4.3	3.2
Evapotranspiración	133	133	164	171	163	143	169	149	132	132	128	128

Fuente: Servicio de meteorología e hidrología. Ministerio de Agricultura y Ganadería./Variabilidad Climática, Sequía y Desertificación.

3.4 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA

3.4.1. DEMOGRAFÍA

De acuerdo con el último censo realizado por la dirección de estadística y censos (DIGESTYC) en el año 2007, el Municipio cuenta con un total de 110,511 habitantes, de los cuales 63,981 pertenecen al área urbana.

3.4.2. INTEGRACIÓN TERRITORIAL

Para su administración, el departamento de Ahuachapán se divide en 12 municipios. Cabe mencionar que los Municipios de Ahuachapán, Tacuba, Apaneca, Jujutla y San Pedro Puxtla serán el área de estudio del presente trabajo.

3.5 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las actividades que sobresalen dentro de la economía del municipio son la producción agrícola, comercios y en menor escala ganadería.

3.5.1 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Es la principal actividad económica del municipio en el que se cultiva maíz, café, frijol, maicillo, arroz. Entre las frutas naranjas, limones, mandarinas, guayabas, mamones, cocos, papayas, marañones, guineos, aguacates.

3.5.2 COMERCIOS

En servicios: tiendas, ferreterías, zapaterías, restaurantes, cafeterías, ciber-café entre otros.

Las industrias más importantes son los beneficios de café, energía geotérmica, textil y la fabricación de productos alimenticios.

3.6 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

3.6.1 GEOLOGÍA

El Mapa Geológico establece que las características geológicas de la zona de estudio, el área del proyecto está cubierta por materiales de la Formación San Salvador, (Ver Figura 3.2 “Mapa Geológico”), con suelos predominantemente limo arcillosos que sobre yacen a un estrato de tobas aglomeráticas compactas, de bajísima permeabilidad, que cubre la mayor parte del área del proyecto. En

algunas partes se observa el afloramiento de estratos rocosos parcialmente meteorizados, que han dado origen a la formación de materiales granulares limo-arcillosos, con cierto contenido de arenas y gravas.

Para investigar las características geológicas del subsuelo del área del proyecto, se realizaron 3 estudios Geotécnicos¹⁰: 1- Sondeos de Penetración Estándar (SPT); 2- Exploraciones Geo-eléctricas del Subsuelo; y 3- Estudio Geotécnico con recuperación continua de núcleos.

De acuerdo con los resultados se pudo confirmar que la geología del lugar corresponde a la identificada en la zona y en el mapa geológico cuyos resultados se muestran a continuación y se resumen en el Cuadro 3.2. “Resultados Sondeo de perforación con Rotativa”.

Cuadro 3.2 Resultados Sondeo de perforación Rotativa.

Profundidad (metros)	Tipo de suelo	Calidad de la roca RQD	Consistencia	N	Recuperación de núcleos	Resistencia (Mpa)
0.00 – 1.50	Limo arenoso		Muy densa	61	83%	0.51 – 0.63
1.50 – 4.75	Toba		Medianamente densa	16 - 19	55%	0.11 – 0.29
4.75 – 7.60	Toba Lapilli	59%			95%	En ensayo
7.60 – 10.85	Toba	86%			100%	En ensayo
10.85 – 12.85 [*]	Toba		Muy densa	92 - 18		
12.85 – 20.00	Arena limosa		Muy densa		82%	0.11 – 0.63

Fuente: Micro Región Centro; Resumen estudios de suelos elaborados por empresas ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.

¹⁰ Información proporcionada por la Micro Región Centro; Resumen de estudios de suelo realizados por las empresas: ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.

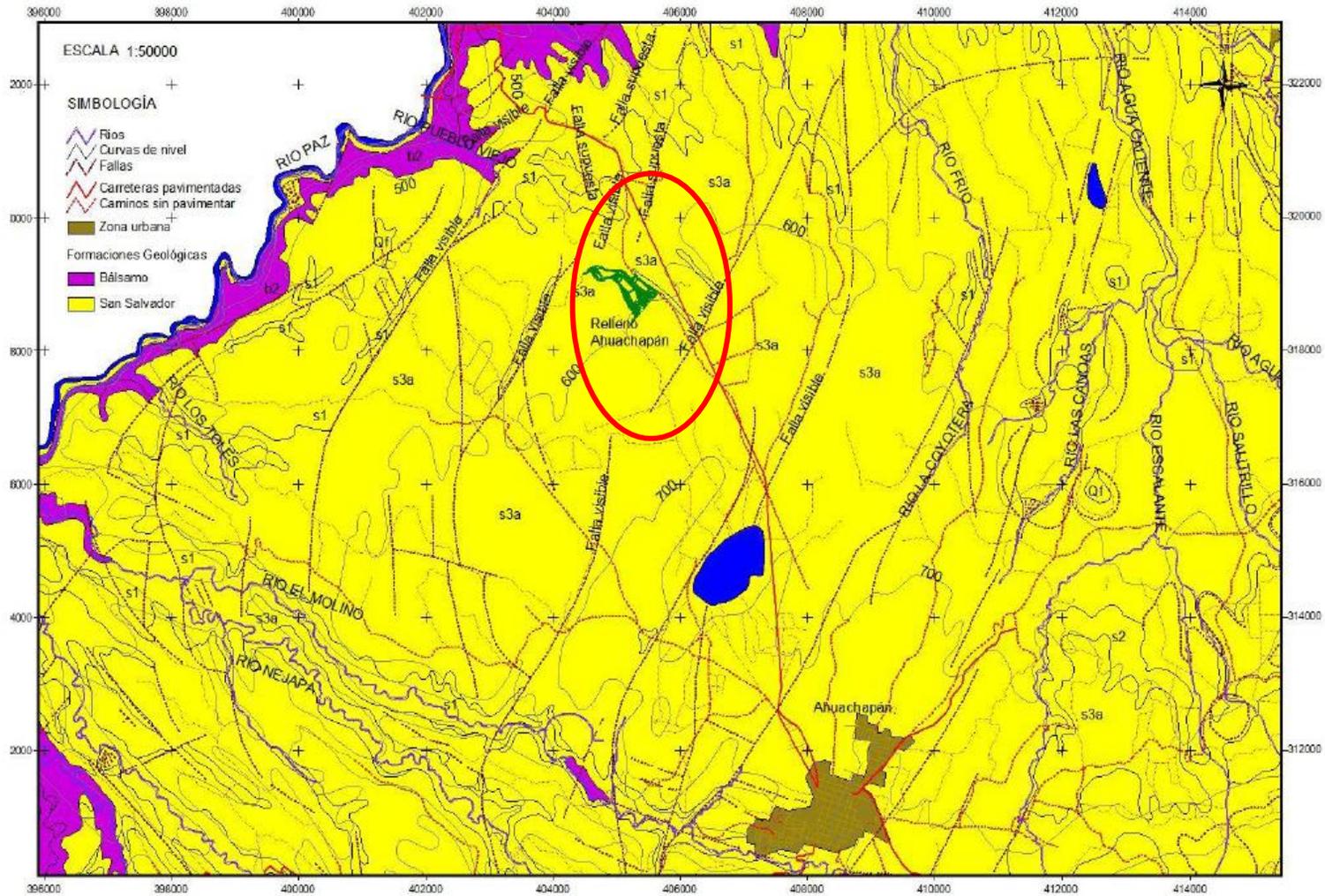


Figura 3.2 “Mapa Geológico”

Resumen del tipo de suelo de la zona.

- Un estrato superior con potencia de 1.50 m., constituidos de Limo arenoso, muy resistente. Corresponde depósito superficial.
- De 1.50 a 4.75 m., se encuentra un depósito de Toba, que está constituido de limo arenoso, con fragmentos de roca, son depósitos saprolíticos, es decir formados “in situ” como producto de meteorización de la roca.
- De 4.75 m a 7.60 m se encuentra un depósito de Toba Lapilli, que es medianamente meteorizada, pero tiene un comportamiento de roca blanca, es decir con resistencias equivalentes a suelo muy compacto.
- De 7.60 m a 10.85 m se encuentra un estrato de Toba bien cementada, que tiene valores de resistencia a la compresión simple de 7.7 MPa.
- De 10.85 a 12.85 m Toba, completamente meteorizada, color rojo marrón rojizo claro. Consiste de limo arenoso, grano fino, no plástico, húmedo muy denso.
- De 12.85 a 20 m. Arena limosa, color marrón grisáceo, grano fino a medio tobácea, presencia de granos de pómez, no plástica, resistencia seca nula, dilatancia rápida , compacidad: muy densa ($N > 50$). A la base presencia de grava fina redondeada, hasta 1 cm. meteorizado.

**CAPITULO 4: DETERMINACION
DE LAS CARACTERÍSTICAS Y
CRITERIOS NECESARIOS PARA
EL DISEÑO DE LA PLANTA DE
COMPOSTAJE.**

4.1 ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE DESECHOS SOLIDOS

Las variables o parámetros principales que se deben de tomar en cuenta para diseñar una compostera de desechos municipales son: La Producción Per cápita (Ppc) de desechos sólidos, caracterización de los desechos sólidos y el porcentaje de los desechos sólidos que es biodegradable, ya que estos son la materia prima para la producción de compost a través de los desechos sólidos municipales recolectados

Para poder determinar la composición y caracterización de los desechos sólidos como primera acción se realizo lo siguiente:

1. Se estableció una reunión con las entidades Municipales con el objeto de generar un acercamiento, para explicar y exponer los detalles sobre el procedimiento del estudio de Generación, Caracterización y Composición de los desechos sólidos, a realizar en los Municipios para diseñar el plan de trabajo.
2. Se estableció una segunda reunión con las entidades Municipales, en la cual se presento un documento por escrito para solicitar los respectivos permisos con las posibles fechas de realización, y además se informo al equipo de trabajo de recolección lo que se pretendía realizar.

4.1.1 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La selección de la muestra es un proceso muy importante para el estudio de generación y composición de desechos sólidos, ya que la muestra seleccionada debe llevar implícitas las características de la población

Para que esto se cumpla debe seleccionarse la muestra de manera tal, que cada elemento tenga la misma oportunidad de ser escogido, por lo cual se recurre a métodos estadísticos para la determinación del tamaño de la muestra, siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación.

Las viviendas que se encuentran dentro del estudio a realizar son las que cuentan con el servicio de recolección de desechos sólidos por parte de las Municipalidades. Para el caso del Municipio de Ahuachapán con 15,958 viviendas a las que se les presta el servicio, se desarrollo el cálculo de la muestra por medio de una población finita con la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

P=Porcentaje de éxito.

Q = Porcentaje de fracaso.

Z= Nivel de confianza.

E= Error permisible 10% equivale a 0.065.

N= Tamaño de la población.

Tomando:

N= 15,958 viviendas.

Z= 95%, equivalente z= 1.96.

P=Porcentaje de éxito=50%.

Q = Porcentaje de fracaso =50%.

E= Error maestral 6%.

Obtenemos $n = \frac{(1.96)^2 * 15,958 * 0.5 * 0.5}{(0.06)^2 * (15,958 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = 262.40 = 263$ viviendas

La zona en estudio se considera como área residencial, teniendo un total de 263 viviendas para las tres colonias, distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 4.1 Colonias Consideradas para el Estudio.

Colonia	No de viviendas
San José	90
San Rafael.	80
IVU	93

Fuente: Elaboración Propia.

Se repartieron 2 bolsas de polietileno a las 263 viviendas, y asimismo se les indicó que debían depositar en las mismas sus desechos de los siguientes 7 días, una para desechos orgánicos y la otra para inorgánicos y que luego se recolectarían. Además se elaboró una encuesta donde se incluía el número de personas que habitan en cada vivienda.

Luego se trasladaban las bolsas a un lugar seleccionado de antemano.

4.1.2 GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS URBANOS.

El estudio de generación tiene como objetivo, determinar la producción Per cápita de desechos sólidos, para esto el muestreo consiste en recolectar casa por casa los desechos sólidos durante 7 días, descartándose el primer día, para esto se repartieron bolsas a las viviendas y se pesaron los desechos sólidos generados por cada día de recolección.



**Fotografía 1 y 2. Recolección y Peso de Desechos Sólidos Casa por Casa.
4.2 PRODUCCION PERCAPITA (Ppc).**

Este factor es muy importante de conocer, y es la cantidad promedio en peso de desechos sólidos, producida por persona en un día.

La producción per cápita de desechos sólidos se puede estimar así:

$$Ppc = \frac{DSr}{Pob}$$

Donde:

Ppc = Producción por Habitante por Día (kg/hab-día).

DSr = Cantidad de Desechos Sólidos Recolectados en (kg/día)

Pob= Población área urbana (hab).

El peso diario de la basura en el municipio de Ahuachapán, según el muestreo realizado, es de 643.27 kilogramos / día (para el primer día de recolección) y la producción per cápita por día se estima en:

$$Ppc. = \frac{643.27 \text{ kg/día}}{1020 \text{ hab.}}$$

$$Ppc = 0.63 \text{ kilogramos /hab /día.}$$

El resumen de resultados de generación se presenta en la **Tabla 4.2** "Resultados de producción per cápita por día de recolección" obteniéndose un valor de generación Per cápita promedio de 0.672089, este valor es de generación domiciliar y por lo tanto no debe ser utilizado para establecimientos comerciales e institucionales. Estudios elaborados¹¹ en el país establecen que la generación domiciliar representa entre 80 y 90% del total producido en el municipio, por lo que un 10 a 20% debe ser aplicado a instituciones y comercio.

¹¹ Guido Acuario, Diagnóstico de la Situación de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y del Caribe. BID y OPS, 1998.

Tabla 4.2 Resultados de producción per cápita por día de recolección.

“ CALCULO DE GENERACION PER CAPITA PROMEDIO PARA 263 VIVIENDAS CON 1020 HABITANTES”			
Día de recolección	Peso Neto Kg	Ton.	Ppc Kg/Hab/día
Miércoles	643.272	0.643272	0.630659
Jueves	690.375	0.690375	0.676838
Viernes	645.545	0.645545	0.632887
Sábado	669.454	0.669454	0.656327
Domingo	651.222	0.651222	0.638453
Lunes	799.460	0.799460	0.783784
Martes	699.390	0.699390	0.685676
		Promedio=	0.672089

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de estudio de campo realizado en el Municipio de Ahuachapán.

4.3 PROYECCION DE LA POBLACION

Para definir las cantidades de desechos sólidos que se deben disponer durante el período de diseño, es de suma importancia realizar una proyección de la población de los Municipios; de los métodos matemáticos el crecimiento geométrico es el más acertado, el cual asume una tasa de crecimiento “r” constante. La siguiente expresión muestra su cálculo para un periodo de 15 años:

$$Pf = Po (1+r)^n$$

Si el periodo inicial n=0 corresponde al año 2010, con una tasa de crecimiento poblacional de la zona urbana de la ciudad de Ahuachapán de 2.36% anual, tomado del censo 2007 según DIGESTIC.

Si Po=68,619.0 habitantes, es decir la población actual, entonces:

$$Pf = 68,619.0 (1 + 0.0236)^0 = 68,619.0 \text{ habitantes.}$$

El resto de los cálculos se presenta en la **Tabla 4.3.** “Resultados de la proyección de la población tomando una tasa de crecimiento de 2.36%”, proyectado hasta el año 2026.

Tabla 4.3. “Resultados de la proyección de la población tomando una tasa de crecimiento de 2.36%”.

AÑO	MUNICIPIO DE AHUACHAPAN (Hab.)
2010	68619.000
2011	70238.408
2012	71896.035
2013	73592.781
2014	75329.571
2015	77107.349
2016	78927.082
2017	80789.761
2018	82696.400
2019	84648.035
2020	86645.728
2021	88690.568
2022	90783.665
2023	92926.159
2024	95119.217
2025	97364.030

Fuente: Elaboración propia, en base a censo de población y vivienda 2007 (DIGESTYC).

CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN:

$$\begin{aligned}
 \text{Producción de desechos sólidos en zona domiciliar.} &= (Pp_{\text{CPROMEDIO}} * \text{hab}) \\
 &= (0.672089 * 68619) \\
 &= 46,112 \text{ Kg/día}
 \end{aligned}$$

$$\text{Producción de desechos sólidos en zonas comerciales e institucionales.} = \underline{9,222.4 \text{ Kg/día}}$$

Producción total diaria = 55334.4 Kg/día

$$\text{Producción per cápita} = \frac{55334.4 \text{ Kg./día}}{68,619 \text{ Hab.}} = 0.806 \text{ Kg./hab./día.}$$

4.4 COMPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS

La composición de los desechos es importante a la hora de promover la recuperación de materiales para reciclaje, sin embargo, se debe tener claridad que estos varían en el tiempo y dependen de los niveles de consumo, así como de la época del año y de las condiciones económicas por las que está pasando el país o localidad.

En este estudio se realizaron tres muestreos provenientes de los sectores domiciliar, comercial y mercado (2, 4, y 6 de septiembre de 2010) siguiendo el procedimiento siguiente:

4.4.1 METODO DE CUARTEO

- 1- Para la muestra se tomo la cantidad de 2 barriles de aproximadamente 0.20 m³ cada uno, luego se vaciaron en una superficie limpia para formar un promontorio de desechos. Esto se realizo para cada día, tanto para los desechos de origen domiciliar, comercio y mercado.
- 2- Luego se homogenizo la muestra mezclándola toda con palas, de manera que lo que está arriba pase a la parte inferior.
- 3- Se aplica el método de cuarteo dividiendo la muestra en cuatro partes, tomando 2/4 partes que queden para formar una media o sea un barril.
- 4- Se separaron los componentes en materia orgánica (restos de alimentos, follaje, grama), papel y cartón, metales, vidrios y diversos (textiles, madera, hule, cuero). Se peso la muestra de cada una de ellos. Al final la suma de todos los componentes proporciono el peso de la muestra original.



Fo

tografía 3 y 4. “Cuarteo y separación de los componentes de la muestra.

Los resultados de composición de desechos sólidos del Municipio de Ahuachapán se muestran a continuación.

Tabla 4.4. “Composición de los Desechos Sólidos Domiciliar del Municipio de Ahuachapán”.

Composición de desechos sólidos Domiciliar del Municipio de Ahuachapán		
Tipo de desechos	Peso en libras	% de peso
Papel y cartón	22.5	14.15
Textiles	11.0	6.92
Restos de alimentos	7.5	4.72
Plástico y caucho	19.5	12.26
Metales	3.0	1.89
Vidrios	10.25	6.45
Suelos y otros	15.0	9.43
Follaje	47.5	29.87
Restos de legumbres y frutas	8.25	5.19
Papel higiénico y pañales	14.5	9.11
Total	159	100 %

GRAFICO 1. “CARACTERIZACION DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARES DEL MUNICIPIO DE AHUACHAPAN”.

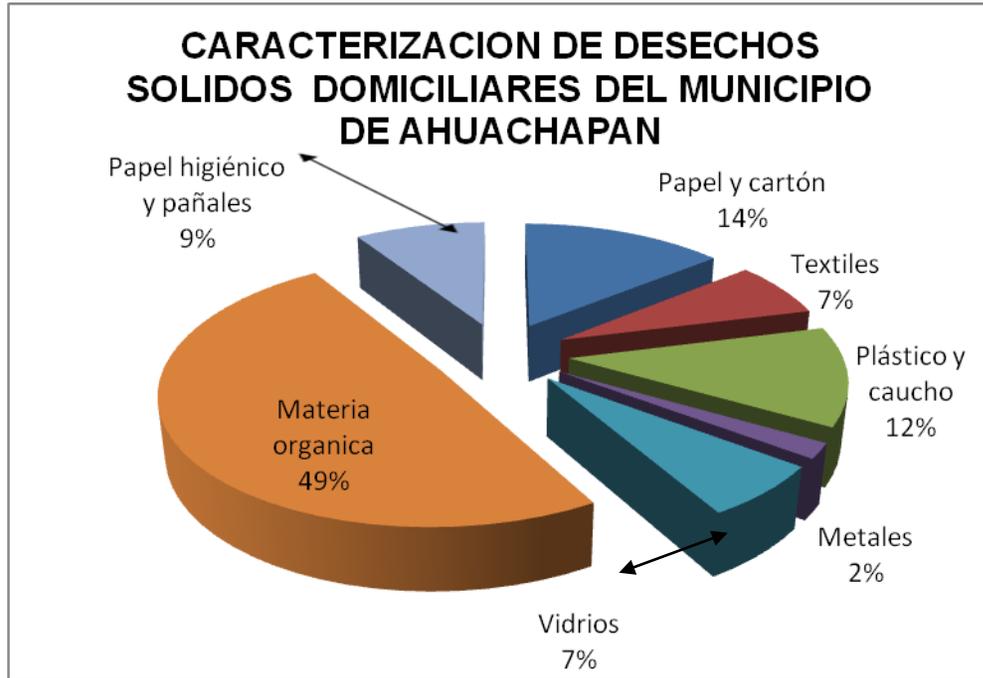
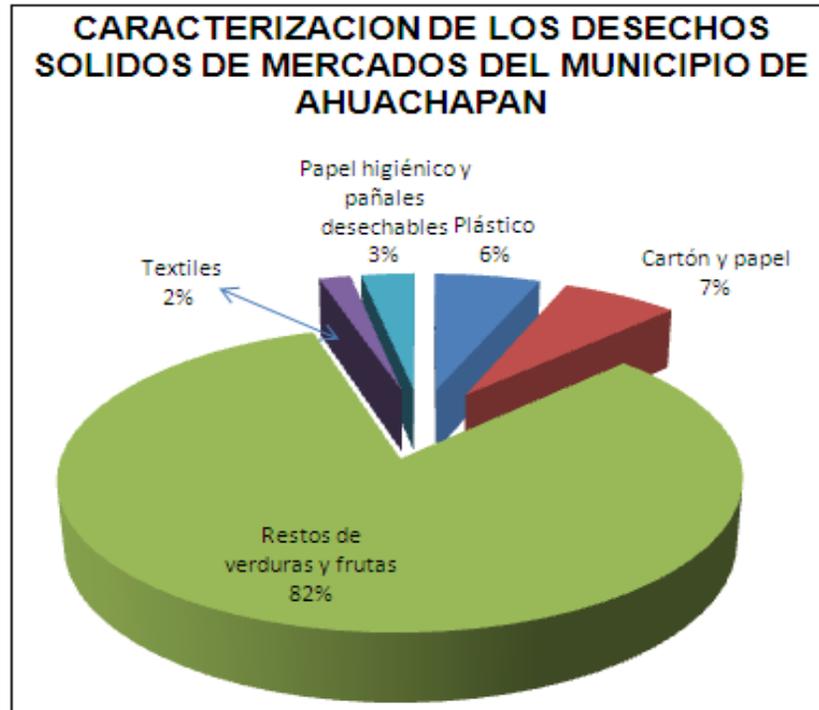


Tabla 4.5. “Composición de Desechos Sólidos de Mercados del Municipio de Ahuachapán”.

Composición de desechos sólidos de Mercados del Municipio de Ahuachapán		
Tipo de desechos	Peso en libras	% de peso
Plástico	10	6.05
Cartón y papel	11	6.65
Restos de verduras y frutas	136.4	82.47
Textilés	3	1.81
Papel higiénico y pañales desechables	5	3.02
TOTAL	165.4	100%

GRAFICO 2. “CARACTERIZACION DE DESECHOS SOLIDOS DE MERCADOS DEL MUNICIPIO DE AHUACHAPAN”.



4.4.2 PESO VOLUMÉTRICO DE DESECHOS SOLIDOS

La densidad de desechos sólidos o mejor dicho el peso volumétrico, es una determinación útil para controlar los pesos de los desechos recolectados, a través del volumen, además, es necesaria para dimensionar capacidades volumétricas de equipos de recolección así como el cálculo de volumen y área para disposición final.

Este estudio se realizó a través de la medición de desechos sólidos con un barril de 0.20 m³, el cual se llenó con la basura recolectada, realizando tres pesas por cada día de recolección. Los resultados se presentan en **Tabla 4.6.** “Peso Volumétrico de Desechos Sólidos Domiciliar” y **Tabla 4.7.** “Peso Volumétrico de desechos sólidos mercados”.



Fotografía 5 y 6. “Peso de los desechos sólidos para determinar su densidad”.

Tabla 4.6 “Peso Volumétrico de Desechos Sólidos Domiciliar”.

Fecha de muestreo	Muestra	Peso bruto (Lbrs.)	Peso neto (Lbrs.)	Peso neto (Kg)	Peso volumétrico (Kg/m ³)
2 de septiembre de 2010	Pesada No 1	193	175	79.54	397.7
	Pesada No 2	188	170	77.27	386.35
	Pesada No 3	180	162	73.63	368.15
	PROMEDIO				384.07
4 de septiembre de 2010	Pesada No 4	156	138	62.73	313.65
	Pesada No 5	160	142	64.55	322.75
	Pesada No 6	175	157	77.36	386.8
	PROMEDIO				341.07
6 de septiembre de 2010	Pesada No 7	187	169	76.36	381.95
	Pesada No 8	182	164	74.54	372.7
	Pesada No 9	179	161	73.18	365.9
	PROMEDIO				373.52
				PROMEDIO	366.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.7. “Peso Volumétrico de desechos sólidos mercados”.

Fecha de muestreo	Muestra	Peso bruto (Lbs.)	Peso neto (Lbs.)	Peso neto (Kg)	Peso volumétrico (Kg/m ³)
2 de septiembre de 2010	Pesada N _o 1	184	166	75.45	377.25
	Pesada N _o 2	185	167	75.90	379.5
	Pesada N _o 3	182	164	74.54	372.7
	PROMEDIO				376.48
4 de septiembre de 2010	Pesada N _o 4	173	155	79.45	397.25
	Pesada N _o 5	176	158	71.81	359.05
	Pesada N _o 6	178	160	72.73	363.65
	PROMEDIO				373.37
6 de septiembre de 2010	Pesada N _o 7	179	161	73.18	365.9
	Pesada N _o 8	180	162	73.63	368.15
	Pesada N _o 9	175	157	71.36	356.8
	PROMEDIO				363.62
				PROMEDIO	371.16

Fuente: Elaboración Propia.

De la misma manera se obtuvo la densidad para los desechos sólidos orgánicos obteniendo el resultado de 425 Kg/m³

$$\begin{aligned} \text{El promedio de densidades} &= 366.22 \text{ Kg/m}^3 + 371.16 \text{ Kg/m}^3 + 425 \text{ Kg/m}^3 \\ &= \mathbf{387.46 \text{ Kg/m}^3} \end{aligned}$$

Tabla 4.8. “RESULTADOS DE PROYECCION DE LA POBLACION DE LOS 5 MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENYO DE AHUACHAPAN”.

PROYECCION DE LA POBLACION					
AÑO	AHUACHAPAN (Hab.)	TACUBA (Hab.)	APANECA (Hab.)	JUJUTLA (Hab.)	SAN PEDRO PUXTLA (Hab.)
2010	68619,000	5028,100	4490,000	7434,000	1973,000
2011	70238,408	5075,364	4505,715	7617,620	2002,200
2012	71896,035	5123,073	4521,485	7805,775	2031,833
2013	73592,781	5171,229	4537,310	7998,578	2061,904
2014	75329,571	5219,839	4553,191	8196,143	2092,420

2015	77107,349	5268,905	4569,127	8398,587	2123,388
2016	78927,082	5318,433	4585,119	8606,032	2154,814
2017	80789,761	5368,426	4601,167	8818,601	2186,705
2018	82696,400	5418,890	4617,271	9036,421	2219,069
2019	84648,035	5469,827	4633,431	9259,620	2251,911
2020	86645,728	5521,244	4649,648	9488,333	2285,239
2021	88690,568	5573,143	4665,922	9722,695	2319,061
2022	90783,665	5625,531	4682,253	9962,845	2353,383
2023	92926,159	5678,411	4698,641	10208,928	2388,213
2024	95119,217	5731,788	4715,086	10461,088	2423,558
2025	97364,030	5785,667	4731,589	10719,477	2459,427

Fuente: Elaboración propia en base a censo de población y vivienda 2007 (DIGESTYC).

Tabla 4.9. “RESULTADOS DE PRODUCCION PERCAPITA POR MUNICIPIO PARA EL 2010 DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN CAMPO”.

PRODUCCION PERCAPITA POR MUNICIPIO PARA EL 2010		
MUNICIPIO	PCC Ton/Hab/Día	PCC Kg/Hab/Día
AHUACHAPAN	0.000806	0.806
TACUBA	0.000490	0.49
APANECA	0.000830	0.830
JUJUTLA	0.000557	0.557
SAN PEDRO PUXTLA	0.000751	0.751

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de campo realizados.

Tabla 4.10. “RESULTADOS DE LA PROYECCION DE LA PRODUCCION PERCAPITA”.

PROYECCION DE PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS kg/hab/dia					
AÑO	AHUACHAPAN	TACUBA	APANECA	JUJUTLA	SAN PEDRO PUXTLA
2010	0.806	0.490	0.830	0.557	0.751
2011	0.814	0.495	0.838	0.563	0.759
2012	0.823	0.500	0.847	0.568	0.766

2013	0.831	0.505	0.855	0.574	0.774
2014	0.839	0.510	0.864	0.580	0.781
2015	0.848	0.515	0.872	0.585	0.789
2016	0.856	0.520	0.881	0.591	0.797
2017	0.865	0.525	0.890	0.597	0.805
2018	0.873	0.531	0.899	0.603	0.813
2019	0.882	0.536	0.908	0.609	0.821
2020	0.891	0.541	0.917	0.615	0.830
2021	0.900	0.547	0.926	0.621	0.838
2022	0.909	0.552	0.935	0.628	0.846
2023	0.918	0.558	0.945	0.634	0.855
2024	0.927	0.563	0.954	0.640	0.863
2025	0.936	0.569	0.964	0.647	0.872

Fuente: Elaboracion propia.

Nota: Debido al consumismo, la producción Ppc Aumenta 1% Anual¹².

TABLA 4.11. “RESULTADO DE CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS ORGANICOS GENERADOS POR LOS 5 MUNICIPIOS”.

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS						
AÑO	AHUACHAPAN (Kg/día)	TACUBA (Kg/día)	APANECA (Kg/día)	JUJUTLA (Kg/día)	SAN PEDRO PUXTLA (Kg/día)	DESECHOS SOLIDOS TOTALES (Kg/día)
2010	55334.368	2463.769	3726.700	4140.738	1481.723	67147.298
2011	57206.662	2511.798	3777.141	4285.444	1518.689	69299.734
2012	59142.306	2560.763	3828.264	4435.208	1556.577	71523.119
2013	61143.445	2610.682	3880.080	4590.205	1595.411	73819.823
2014	63212.295	2661.575	3932.597	4750.619	1635.213	76192.299
2015	65351.146	2713.460	3985.825	4916.639	1676.008	78643.078
2016	67562.368	2766.356	4039.773	5088.461	1717.821	81174.778
2017	69848.408	2820.283	4094.451	5266.287	1760.678	83790.107
2018	72211.799	2875.262	4149.869	5450.328	1804.603	86491.861

¹² **Guía para el diseño**, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales Jorge Jaranullo(pág. 60).

2019	74655.157	2931.312	4206.038	5640.801	1849.624	89282.932
2020	77181.189	2988.455	4262.967	5837.930	1895.769	92166.309
2021	79792.692	3046.712	4320.666	6041.948	1943.064	95145.082
2022	82492.557	3106.105	4379.146	6253.096	1991.540	98222.443
2023	85283.775	3166.655	4438.418	6471.623	2041.225	101401.696
2024	88169.437	3228.386	4498.492	6697.786	2092.149	104686.250
2025	91152.738	3291.320	4559.379	6931.854	2144.344	108079.635

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de campo realizados.

TABLA 4.12. “RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA PARA LOS MUNICIPIOS DE LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE A HUACHAPAN”.

PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA PARA LOS MUNICIPIOS DE LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR.	
MUNICIPIO	% DE MATERIA ORGANICA
AHUACHAPAN	65.84
TACUBA	72.73
APANECA	77.06
JUJUTLA	72.94
SAN PEDRO PUXTLA	76.12
PROMEDIO	72.938

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de campo realizados.

TABLA 4.13. “CANTIDAD DE DESECHOS SOLIDOS ORGANICOS GENERADOS POR TODOS LOS 5 MUNICIPIOS DE LA MICRO REGION CENTRO Y SUR”.

AÑO	DESECHOS SOLIDOS TOTALES (Kg/día)	% ORGANICO	DESECHOS SOLIDOS ORGANICO TOTALES (Kg/día)	DESECHOS SOLIDOS ORGANICO TOTALES (ton/año)
2010	67147.298	0.7293	48950.38024	17866.88879
2011	69299.734	0.7293	50519.50584	18439.61963
2012	71523.119	0.7293	52140.35341	19031.229
2013	73819.823	0.7293	53814.65124	19642.3477
2014	76192.299	0.7293	55544.18577	20273.6278

2015	78643.078	0.7293	57330.80353	20925.74329
2016	81174.778	0.7293	59176.41322	21599.39082
2017	83790.107	0.7293	61082.98775	22295.29053
2018	86491.861	0.7293	63052.56644	23014.18675
2019	89282.932	0.7293	65087.25727	23756.8489
2020	92166.309	0.7293	67189.23917	24524.0723
2021	95145.082	0.7293	69360.76445	25316.67902
2022	98222.443	0.7293	71604.16123	26135.51885
2023	101401.696	0.7293	73921.83607	26981.47017
2024	104686.250	0.7293	76316.27656	27855.44094
2025	108079.635	0.7293	78790.05407	28758.36974

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de campo realizados.

4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE

Los desechos sólidos orgánicos serán compostados en forma aerobia, por medio de pilas o montículos (método Indore); el cual consiste en depositar los desechos sólidos orgánicos sobre una losa de concreto para evitar el contacto directo de los lixiviados con el suelo, por ser más rápido, más fácil de hacer, genera compostaje de mejor calidad y no tiene olores desagradables.

La técnica de compostaje a desarrollar consiste en el volteo del material de manera mecanizada, al menos una vez por semana, para garantizar el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos vivientes, que necesitan del oxígeno molecular para poder llevar a cabo sus funciones y que además provocarán el aceleramiento del proceso de descomposición de los desechos, que se tratarán.

4.5.1 PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La separación se realizará en dos grandes categorías: los orgánicos e inorgánico; esto permitirá realizar una separación simple y obtener materiales limpios para el reciclaje, tomando en cuenta que esta se hará desde el origen,

para lo cual, es necesario implementar un sistema de educación y sensibilización.

4.5.2 SISTEMA DE RECOLECCION

Para la realización del proyecto como ya se menciona, solo se compostará una fracción de lo que se genera, debido que para poder implementar la separación en el origen requiere introducir un programa de educación y sensibilización fuerte para poder lograrlo. Por lo que se tomarán sectores para iniciar su implementación; para esto, se tomara el mercado municipal N.º 1, algunos centros educativos, ya que la micro región centro está trabajando en algunos de estos, fomentando la cultura de separación. Para que estos actores lo puedan llevar a un sector de la comunidad.

La etapa de recolección y transporte de los desechos sólidos orgánicos se realizará separadamente del resto de los desechos sólidos del municipio. La recolección de los desechos sólidos orgánicos se recolectaran los días: lunes, miércoles y viernes, en un horario diurno; mientras tanto los desechos inorgánicos su recolección se realizará en igual horario los días: martes, jueves y sábado.

El medio de transporte que se empleará para la recolección será el camión que mejor se adapte a las características del lugar, con suficiente capacidad que permita que la actividad se realice con los mínimos costos. La tripulación deberá estar constituida por un conductor y dos recolectores. El personal responsable de la recolección debe realizar sus labores con su respectivo uniforme y equipo, el cual debe contar de los siguientes elementos:

- ✓ Camisa
- ✓ Pantalones
- ✓ Guantes

- ✓ Calzado adecuado
- ✓ Mascarilla
- ✓ Gorra.

Lo anterior debe ser proporcionado oportunamente al personal responsable de la recolección y transporte de los desechos sólidos, este será sustituido dos veces al año, o según la vida útil de cada elemento; sin que esto represente un riesgo para la integridad, seguridad y salud del trabajador.

4.5.3 CALCULO DEL VOLUMEN DE LOS DESECHOS A COMPOSTAR

Luego de obtener las proyecciones de desechos sólidos total anual de cada municipio, se procede a calcular los desechos sólidos orgánicos. Siendo estos un 72.93% de los desechos sólidos totales.

Debido que las cantidades de desechos generados son altos, no se puede compostar todo, ya que, el proceso es gradual y que no hay ninguna planta de compostaje en el país que pueda compostar mas de 10 ton; aun con la experiencia que tienen, por lo que se determino que solo se compostará una sexta parte del total de desechos sólidos orgánicos generados, las cantidades se presentan en la **Tabla 4.14.** “Total de Desechos Orgánicos a Compostar”.

Tabla 4.14. “Total de Desechos Orgánicos a Compostar”.

AÑO	TOTAL DE DESECHOS ORGANICOS TON/AÑO	1/6 DEL TOTAL DE DESECHOS *ORGANICOS C/90 DIAS, TON	TOTAL DE DESECHOS *ORGANICOS C/ DIA, TON
2010	17866.888	744.453	8.271
2011	18439.619	768.317	8.536
2012	19031.229	792.967	8.810
2013	19642.347	818.431	9.093
2014	20273.627	844.734	9.385
2015	20925.743	871.905	9.687
2016	21599.390	899.974	9.999

2017	22295.290	928.970	10.321
2018	23014.186	958.924	10.654
2019	23756.848	989.868	10.998
2020	24524.072	1021.836	11.353
2021	25316.679	1054.861	11.720
2022	26135.518	1088.979	12.099
2023	26981.470	1124.227	12.491
2024	27855.440	1160.6433	12.896
2025	28758.369	1198.265	13.314

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.4 DISEÑO DE LA PILA

La disposición de los desechos sólidos orgánicos en las pilas es muy importante para el proceso de compostaje, razón por la cual, no deben conformarse en volúmenes mínimos, para asegurar la proliferación de microorganismos que realizan este proceso. Además, es de tomar en cuenta que si la altura de estas es mayor 1.5 m, la aireación natural se impide y puede ocurrir condiciones anaeróbicas¹³.

Una de las reglas fundamentales a tener en cuenta para el sistema propuesto; es mantener la independencia física de la Unidad de Compostaje (Uc). Nunca, se debe adicionar material nuevo a una pila que ya ha sido conformada.

Además, para el compostaje de desechos sólidos orgánicos, hay que desmenuzar los trozos más grandes que podrían detener el proceso de biodegradación. La meta de trozar los desechos es de disminuir el volumen y aumentar la capacidad de retener aire y agua para facilitar el proceso realizado por los microorganismos.

¹³ Manual de compostaje para municipios Eva Roben pag. 26.

Es muy importante llevar de cada Unidad de Compostaje, registros de los datos más relevantes; tales como: fecha de conformación, relación C/N de entrada, temperatura del material antes de su ingreso al sistema, temperatura ambiente y todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso.

4.5.4.1 ÁREA DE COMPOSTAJE

El área donde se conforman las pilas y se llevará a cabo el proceso se denomina comúnmente “Canchas de Compostaje o Patios”.

En el momento de seleccionar y diseñar el área destinada a las canchas se debe considerar lo siguiente (Ver **Tabla 4.15.** “Datos para diseñar una pila de compostaje”).

Tabla 4.15. “Datos para diseñar una pila compostaje”.

DATOS PARA DISEÑAR UNA PILA DE COMPOSTAJE	
Desechos putrescibles a la compostera.	8.27 Ton/día
Densidad de desechos orgánicos en pila.	387.46 Kg/m ³
Volumen de desechos orgánicos por pila.	28.125 m ³
Altura, ancho y largo recomendado de la pila.	Pila de: 2.5 m de ancho 15 m de largo y 1.5 m de alto con ángulo de 50°.

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos anteriores se tiene que se elige una pila de perfil triangular, con un tiempo estimado del proceso de 90 días en base a las experiencias de otras plantas de compostaje que operan en el país. Necesitando un área para cada pila de 37 m² distribuidas en patios con un área de 2,622.16m², cada patio alberga un total de 30 pilas. Para la elaboración del compostaje para un plazo de 15 años se tienen 4 patios con un área total 10,488.64 m² (tomando en cuenta que esta área incluye área para desplazarse y operación del bobcat) Ver

Figura 4.1. “Esquema de dimensiones de Pila de Compost que se ubicarán en los patios.”

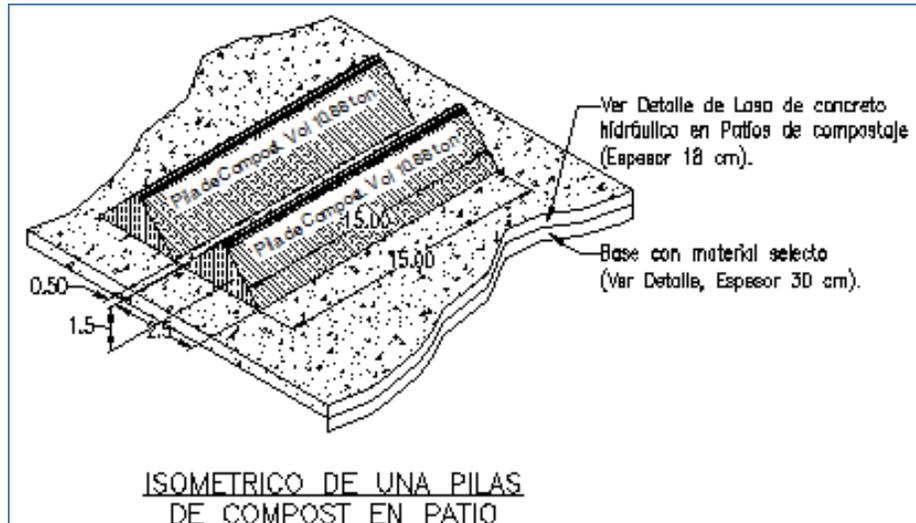


Figura 4.1. “Esquema de Dimensiones de Pila de Compost que se ubicarán en los patios”.

Es necesario que el área de las canchas presente un declive superior al 1 % hacia las partes más bajas del predio, de esta forma es posible evacuar las aguas lluvias y coleccionar los líquidos lixiviados que se generan durante el proceso.

4.5.5 CALCULO DEL PESO DE PILA

DATOS:

Densidad de desechos sólidos orgánicos = 0.387 ton/m^3 .

Dimensión de la pila a utilizar = 2.5 m de ancho 15 m de largo y 1.5 m de alto, con ángulo de 50° .

Volumen de pila = 28.125 m^3 .

Peso de pila = volumen de desechos * densidad de desechos.

Peso de pila = $28.125 \text{ m}^3 * 0.387 \text{ ton/m}^3$.

Peso de pila = 10.88 ton.

4.6 DETERMINACIÓN DEL ESPACIO REQUERIDO PARA BODEGA DE COMPOSTAJE.

- Si la producción de compost se obtiene aproximadamente cada 90 días, se utilizaría esto cuatro veces al año.
- Espacio requerido para un periodo de vida útil de 15 años, proyectado para el año 2025 según la **Tabla 4.14.** “Total de Desechos Orgánicos a Compostar”, se estaría compostando 13.31 ton/día.

Área necesaria para almacenar compost

- Densidad de desechos sólidos = 387.46 Kg/m^3 según estudio de producción Per cápita realizado.
- En el 2026 en 90 días se producirían $(13.31\text{ton/día}) * 90 \text{ días} = 1197.90\text{ton}$.
- El espacio requerido será = peso de compost en 90 días/densidad
 $= 1197.90\text{ton} / 0.387\text{ton/m}^3 = 3095.349 \text{ m}^3$.
- Espacio requerido = 3095.349 m^3 .

Pérdida de volumen por descomposición y tamizado = 35% de acuerdo a la experiencia.

Entonces $3095.349 \text{ m}^3 - 35\%$ de pérdida tenemos 2011.977 m^3 .

Un saco de nylon lleno tiene aproximadamente 80 cm de alto por 40 cm de ancho con un volumen aproximadamente de 0.125 m^3 .

Cantidad de sacos necesarios para el almacenamiento de compost..

Cantidad de sacos = $2011.97 \text{ m}^3 / (0.125\text{m}^3/\text{saco}) = 16095.81$ sacos.

Un saco tiene un volumen aproximado de 0.125 m^3 a eso se le suma un 5 % que queda entre cada saco:

Vol. total= $0.125 \times 1.05 = 0.13125 \text{ m}^3$.

Vol. para compost empacado:

$16095.81 \text{ sacos} \times 0.13125 \text{ m}^3/\text{saco} = 2112.57 \text{ m}^3$.

Se necesitan 2112.57 m^3 para almacenar el compost de 90 días.

Para 30 días de almacenamiento se necesita un espacio de $2112.57 \text{ m}^3 / 3 = 704.192 \text{ m}^3$.

Colocando a 2.40 metros de altura se necesita un área de 293.41 m^2 .

Aproximadamente igual 294 m^2 .

4.7 DESECHOS INORGANICOS A RECUPERAR

Con respecto a los materiales inorgánicos los que tienen mercado en el país son: papel, cartón, plástico, hierro y aluminio. Los que podrán captarse en mayor porcentaje es el plástico, para lo cual, se ha diseñado una bodega de almacenamiento con un área de 52 m^2 , que cuenta con compartimientos para plásticos, según su naturaleza (baja y alta densidad). Y demás reciclables como el papel y cartón, así como otros materiales que no puedan almacenarse a la intemperie.

Las tasas de recuperación son importantes tomarlas en cuenta, para los diseños de sistemas de separación; con la finalidad de establecer las metas reales ya que no todo es recuperable, primero porque hay algunos tipos de vidrios, metales, papel y plástico que no son reciclables o no tienen valor comercial; y segundo, porque hay una fracción que no es reutilizable. (Ver **Tabla 4.16**, . “Tasa de Recuperación de Reciclable”).

Tabla 4.16. “Tasa de Recuperación de Reciclable”.

MATERIAL	TASA DE RECUPERACION
PLASTICO	40%
VIDRIO	40%
PAPEL	95%
METAL	100%

Fuente: Gestión integral de los desechos sólidos de la ciudad de Suchitoto, CESTA 1999.

Se debe de tomar en cuenta los posibles compradores de los materiales reciclables, teniendo información de estos tales como: nombre de la entidad, dirección, teléfonos, materiales que compra, precios, calidad de los materiales (como por ejemplo plástico limpio, tipo de botellas de vidrio que reciben) si lo recolectan en el municipio, cantidad mínima que reciben. Ver **Tabla 4.17.** “Listado de Empresas Recicladoras o Procesadoras de Materiales Provenientes de los Desechos Sólidos Urbanos”.

Tabla 4.17 “Listado de Empresas Recicladoras o Procesadoras de Materiales Provenientes de los Desechos Sólidos Urbanos”

EMPRESA	DIRECCION	MATERIAL	PRECIO DECOMPRA	OBSERVACIONES
Salvaplastic.	Zona industrial plan de la Laguna Antiguo Cuscatlán Tel. 2243-0200.	Polietileno. Envases de jugos, agua purificada de 3 galones, yogurt liquido bolsas plásticas.	\$0.12/ libra	Material sin etiqueta, no se aceptan envases sucios.
Industrias panda.	Calle el Pedregal polígono A-1 , N.º 16 Ciudad Merliot Santa Tecla, Tel. 2278-8628	Todo tipo de plástico, Excepto el material de vasos y platos desechables.	\$0.05/ libra	Reciben material sucio y se desplazan por el material.
Matricería ROXI.	Boulevard Venezuela N.º 3051, San	Polietileno y Polipropileno: botellas y	\$0.12/ libra	Material sin etiqueta no se aceptan envases sucios.

	salvador, Tel. 2276-9888.	bolsas plásticas de jugo agua y gaseosa.		
ECO-PLAST	Lourdes Colon	Polietileno tereftalato (PET)	\$ 0.07/libra en planta \$0.05/libra recolección en la zona de la libertad.	Reciben material sucio y se desplazan por el material.
VASIPLASTIC	Calle L-2 zona industrial Merliot, frente a pan bimbo, Tel. 2289-1660 y 2289-1655.	Polietileno tereftalato (PET).	\$ 0.07/libra en planta \$0.05/libra recolección en la zona de la libertad.	Reciben material sucio y se desplazan por el material.
REPACESA	Prolongación Alameda Juan Plablo II, Calle antigua a San Antonio Abad, Complejo industrial San Jorge, Tel 2260-4801.	Papel de diario, papel bond y otros	\$0.03/ libra \$0.04/ libra	Se desplazan por el material.
La constancia	Bodegas en Santa Ana, Usulután, San miguel, San Vicente y Carretera Troncal del norte.	Latas de aluminio	\$0.60/ libra a intermediarios autorizados	No se desplazan por el material

Fuente: Elaboración Propia.

4.8 MODELO DE COMPOSTAJE

DEFINICION DE MODELO:

Un modelo es una representación de un objeto, sistema o idea. El propósito de los modelos es ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. Un modelo de un objeto puede ser una réplica exacta de éste o una abstracción de las propiedades dominantes del objeto.

Una vez aclarada la definición de modelo, se desarrollará lo siguiente:

En la elaboración de este trabajo de grado, se construyeron dos modelos representativos de la planta de compostaje, esto con el fin de:

- Aprender a producir compost.
- Conocer el proceso, desde que es materia orgánica hasta transformarse en mejorador de suelos.
- Monitorear los diferentes parámetros que constituyen el ciclo de vida del compost. (Temperatura, humedad, cantidad de lixiviados producidos, etc.).
- Aplicar las técnicas: anaeróbica por medio de pilas estáticas y aeróbica a través de volteo.

COSTRUCCION DE LOS MODELOS

En este apartado se describirá el proceso constructivo de los modelos, así como también, se presentará el respectivo presupuesto.

1- Se elaboraron los esquemas de cada uno de los modelos.

2- Luego se identificaron los Materiales a Utilizar.

3- Y por último se realizó el presupuesto, el cual se detalla a continuación.

Tabla 4.18. “Presupuesto de los Modelos de Compostaje”.

PRESUPUESTO DE MODELOS DE COMPOSTERAS.					
No.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL.
1	7	Yardas	Cedazo Metálico	\$ 2.25	\$ 15.75
2	2	Unidad	Curva PVC de 2"	\$ 1.24	\$ 2.48
3	9	Varas	Costanera	\$ 1.65	\$ 14.85
4	20	Varas	Tabla	\$ 1.65	\$ 33.00
5	3	Vara	Cuartón	\$ 1.65	\$ 4.95
6	4	Unidad	Cubetas	\$ 2.75	\$ 11.00
7	0.5	Libra	Tachuela P/cama	\$ 1.25	\$ 0.63
8	3	Libra	Clavo de 2 ½"	\$ 0.65	\$ 1.95
9	0.5	Libra	Clavo de 4 "	\$ 0.65	\$ 0.33

10	1	Libra	Clavo de 1 ½"	\$ 1.00	\$ 1.00
11	1.5	Libra	Clavo de 5"	\$ 0.65	\$ 0.98
12	1	Libra	Grapa para cerco	\$ 0.9	\$ 0.90
13	96	Unidad	Tornillo Tabla Roca de 6x1	\$ 0.01	\$ 0.96
14	8	unidad	Arandela Plana de ¼"	\$ 0.031	\$ 0.25
15	8	Unidad	Perno Carruaje de ¼ x3	\$ 0.11	\$ 0.88
16	8	Unidad	Arandela de Presión 1/4	\$ 0.02	\$ 0.16
17	1	Unidad	Tubo de PVC de 2"	\$ 5.72	\$ 5.72
18	1	Unidad	Pletina 1/8 x 1"	\$ 7.00	\$ 7.00
19	2.8	Unidad	Varillas de ¼"	\$ 2.8	\$ 9.80
TOTAL = 112.59					

- Fabricación de los modelos:

Cada uno de los modelos miden 3 mts de largo x 1.20 mts de ancho, poseen una pendiente 3.33 % longitudinal y una pendiente transversal 0.5%. La plataforma de mortero esta reforzado por una malla de acero de ¼", además lleva cedazo, esto para rigidizar uniformemente la mezcla con la madera, ya que la superficie terminada descansa sobre una plataforma de madera. (Ver **Fotografía 7**).



Fotografía 7. "Fabricación de la plataforma de madera".

En la fabricación de la plataforma de madera, se dispusieron adecuadamente las pendientes transversales y longitudinales, se ubicaron estratégicamente las medias cañas de PVC de 2", esto para drenar los lixiviados, además, se colocaron las cubetas, las cuales funcionarán como pequeñas balsas de lixiviados. (Ver **Fotografía 8**).



Fotografía 8. “Colocación de las cubetas que funcionaran como pequeñas balsas de lixiviados”.

Cabe mencionar, que este procedimiento se realizo para los dos modelos, con la única diferencia que para el modelo anaeróbico, se le agregaron unas bases de madera a la superficie, esto con el fin que los cajones (Descripción que se encuentra más adelante) que se colocarán sobre él, se encuentren estables. (Ver **Fotografía 9**.)



Fotografía 9: “Preparación de la Superficie con Cedazo y Barras de a 1/4”.

Una vez terminada la superficie, se preparó la mezcla de mortero con una relación 1:3; la arena que se utilizó para el repello fue tamizada con una malla de 6 milímetros, y la arena para el afinado fue tamizada en una malla de 1 milímetro. (Ver **Fotografía 10**).



Fotografía 10. “Preparación y Elaboración del mortero 1:3”.

Ya preparada la mezcla de mortero, fue colocada sobre la superficie previamente preparada (Ver **Fotografía 11**).



Fotografía 11. “Colocación de Mezcla, sobre la superficie de madera”.

Posteriormente a ello, se dio un tiempo prudencial de 24 horas, esto para el curado de la superficie, luego se procedió al afinado con una mezcla de pasta de relación 1:1. (Ver **Fotografía 12**).



Fotografía 12. Afinado de superficie de modelos.



Fotografía 13. “Fabricación de compostaje en forma anaeróbica y aeróbica”.
Luego de haber terminado la infraestructura se colocaron los cajones con desechos sólidos orgánicos con 110 libras cada uno, sumando un total de 220 libras, equivalente a 0.1 Toneladas, esto para el proceso anaeróbico.

Y para el proceso aeróbico se colocó sobre la superficie del modelo 220 libras de desechos sólidos orgánico, equivalente a 0.1 Ton. (Ver **Fotografía 13**).

- Proceso de Fabricación de Compostaje.

Durante el proceso de fabricación de compost por medio de los métodos aeróbico y anaeróbico, se monitorearon los siguientes parámetros:

- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad
- ✓ Cantidad de Lixiviados Producidos

- ✓ Tiempo de duración de cada uno de los procesos.

RESULTADOS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS MONITOREADOS:

- ✓ Temperatura: Las temperaturas en cada uno de los procesos fueron contraladas en diferentes periodos de tiempo, obteniéndose los siguientes resultados en **Tabla 4.19**. “Temperaturas Monitoreadas en los métodos aeróbicos y anaeróbicos”.

Tabla 4.19. “Temperaturas Monitoreadas en los métodos aeróbicos y anaeróbicos”.

	METODO AEROBICO						METODO ANAEROBICO					
Edad (días)	5	10	30	45	60	65	5	10	30	45	60	65
Temperatura °C	50	55	53	53	60	60	55	57	60	75	75	70

Fuente: Elaboración Propia.

El monitoreo de la temperatura es de vital importancia, ya que, si las pilas conformadas presentan temperaturas superiores a los 80°C, el proceso se suspende, debido a la muerte de los microorganismos, pudiendo también ocasionar un incendio. (Ver **Fotografía 14**); para controlar este parámetro se adicionaba agua. Este valor de agua era aproximadamente de 3 litros - 5 litros por cada 0.1 Toneladas, esto según la temperatura.



Fotografía 14. Monitoreo de Temperatura.

- ✓ **Humedad:** Este parámetro es muy importante, ya que, la poca o excesiva cantidad de agua, hace que el proceso no funcione. se media introduciendo una barra $\frac{1}{4}$ " de 0.9 metros de largo (Ver **Fotografía 15**), además tomando una puñada y apretándola fuertemente, esto para determinar si no existía escurrimiento, lo que significaría presencia excesiva de agua.



Fotografía 15. Monitoreo de Humedad.

- ✓ **Cantidad de Lixiviados Producidos:**

El resultado obtenido en todo el proceso de producción de compost, varía de acuerdo al método, ya que, en el método aeróbico se produjeron aproximadamente 2.25 lts, y en el método anaeróbico 2.4 lts.

Estos valores fueron diferentes, ya que las temperaturas variaban, siendo mayores las del proceso anaeróbico, así como también los tiempos de producción, ya que el método anaeróbico es más tardado que el aeróbico.

Cabe mencionar que los lixiviados eran recolectados en una pequeña balsa, una vez existieran una buena cantidad, eran reincorporados nuevamente a las pilas, esto para mejorar el proceso.

- ✓ Tiempo de Duración de Cada uno de los procesos

Los tiempos de producción de compostaje fueron diferentes, obteniendo compostaje a los 3 meses aproximadamente, a través del método aeróbico; mientras que con el método anaeróbico se obtuvo compostaje a los 4.5 meses aproximadamente .

CONCLUSIONES:

- ✓ Con el método aeróbico se obtiene compostaje en menor tiempo comparado con el método anaeróbico.
- ✓ La presencia de aire en el proceso acelera y mejora las condiciones de fabricación de compostaje.
- ✓ Por cada tonelada de desechos sólidos orgánicos, se produce de 20 a 25 litros de lixiviados.
- ✓ La reincorporación de los lixiviados mejora las condiciones de los microorganismos en el compostaje.

**CAPITULO 5: DISEÑO DE LA
PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL
DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN.**

5.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA LOS PATIOS DE COMPOSTAJE

El diseño de pavimentos está basado en general en las solicitaciones de tránsito, el concepto de vida útil e índice de serviciabilidad, así como otros factores condicionantes como: clima, drenaje, etc. En este caso, además de todos estos aspectos, toma gran importancia por un lado, la carga que provocan las pilas o montículos de compostaje sobre los patios para el diseño, la cual corresponde a una carga distribuida y el drenaje, ya que los patios incluyen riego.

En el presente capítulo se busca dar solución al dimensionamiento de la pavimentación, para lo cual se procederá a diseñar la superficie, esto es, para las solicitaciones de tránsito, y por otra parte para las demandas que producen los montículos de compostaje. Así, una vez obtenido el diseño, se podrá verificar el diseño final, es decir, el que soporta las respectivas condiciones.

5.1.1 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS.

En el diseño de pavimentos, existen factores de diferente naturaleza que afectan en distinto grado el diseño del pavimento y su posterior comportamiento frente a las necesidades, entre los que se destacan:

- Factores Funcionales.
- Demanda y características del Tránsito.
- Propiedades de los Materiales.
- Materiales disponibles.
- Clima.

5.1.2 FACTORES FUNCIONALES.

La función del pavimento para los patios de compostaje, es brindar seguridad y accesibilidad a los vehículos que circulan por ellos; para colocar los desechos orgánicos biodegradables y extraer el compost, así también para evacuar los lixiviados que se generan durante el proceso de compostaje, evitando que estos hagan contacto directo con el suelo.

5.1.3 DEMANDA Y CARACTERÍSTICAS DE TRÁNSITO.

El tránsito es una demanda directa que afecta a todo el conjunto estructural que conforma la capa de pavimento.

Para el diseño estructural de pavimentos es necesario conocer el tránsito que circulara, la estructura, la carga por rueda, configuración de ejes y neumáticos, repetición de cargas y distribución de cargas por pistas de diseño.

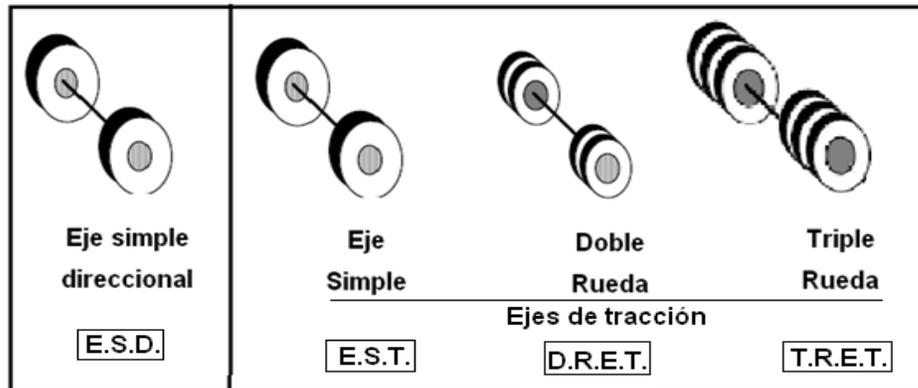
5.1.3.1 TIPOS DE EJES.

La importancia del tipo de ejes recae en la configuración de estos, ya que de esto depende el número de puntos de contacto.

De lo anterior se desprende el hecho que existen distintos tipos de ejes y configuraciones de ruedas por eje para los vehículos que forman parte del proceso.

A continuación en la figura 5.1 “Configuraciones de ejes” se muestran algunas configuraciones típicas de ejes y ruedas.

Figura 5.1 “Configuraciones de Ejes”.



5.1.3.2 PESOS DE LOS VEHICULOS.

A continuación en la tabla 5.1 “Limite de peso por eje” se muestran algunos tipos de ejes.

Tabla 5.1 “Limite de peso por eje”

Tipo de Vehículo	Tipo de eje del tractor				Tipo de eje del semiremolque			Total Toneladas
	Eje simple direccional	Eje de tracción			Eje de arrastre			
		Eje Simple	Doble Rueda	Triple Rueda	Eje Simple	Doble Rueda	Triple Rueda	
C2	5.00	10.00						15.00
C3	5.00		16.50					21.50
C4	5.00	9.00		20.00				25.00
T2-S1	5.00	9.00			9.00			23.00
T2-S2	5.00	9.00				16.00		30.00
T2-S3	5.00		16.00				20.00	34.00
T3-S1	5.00		16.00		9.00			30.00
T3-S2	5.00		16.00			16.00		37.00
T3-S3	5.00						20.00	41.00
OTROS	----	----	----	----	----	----	----	Variable

Fuente: Acuerdo Centroamericano sobre circulación por Carreteras, SIECA, 2000. Resolución 02-01 COMITRAN XXIII.

DONDE:

C2 Camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje simple de tracción.

C3 Camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje de doble rueda de tracción.

C4 camión o autobús, consistente en un automotor con eje simple direccional y un eje de triple rueda de tracción.

T2-S1 vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje simple de arrastre (semiremolque).

T2-S2 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje de doble rueda de arrastre (semiremolque).

T2-S3 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje simple de tracción y un eje de triple rueda de arrastre (semiremolque).

T3-S1 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje simple de arrastre (semiremolque).

T3-S2 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje doble rueda de arrastre (semiremolque).

T3-S3 Vehículo articulado con eje simple direccional, un eje doble rueda de tracción y un eje triple rueda de arrastre (semiremolque).

Sin embargo de lo anterior, por el proceso mecanizado a emplear en la Planta de Compostaje los vehículos a utilizar son: (Ver **figuras 5.2, 5. 3 y 5.4**).



Figura 5.2. “Camión compactador, de eje de tracción doble rueda, capacidad de carga 8 toneladas”.



Figura 5.3. “Cargador CAT 236, capacidad de carga 1 tonelada”.



Figura 5.4. “Pick up con barandas, capacidad de carga 1.5 toneladas”.

5.1.3.3 EJES ESTANDAR.

Los pavimentos se diseñan para que en su vida útil soporten un número determinado de demanda de distintos tipos de vehículos, distintas distribuciones de peso y configuraciones de ejes.

Es común en los métodos de diseño la utilización del eje patrón, que consiste en transformar los diferentes tipos y pesos de ejes de cada vehículo que circulan por un camino, en un número equivalente de aplicaciones de carga de ese eje patrón. La utilización del eje patrón, es una comparación teórica del daño producido por cualquier carga, con respecto al eje patrón.

El eje patrón utilizado en los métodos de diseño, corresponde a un eje de tracción doble rueda y con una carga de 8.16 Toneladas.

5.1.3.4 FACTORES EQUIVALENTES.

El factor de equivalencia, corresponde a un coeficiente que transforma el daño que produciría en la estructura del pavimento un determinado peso por eje, en un daño equivalente al que produciría un eje patrón de 80 KN ó 8.16 Ton.

Este es el criterio de ejes equivalentes que emplea la AASHTO y que se ve reflejado en una estratigrafía de pesos por eje.

5.1.3.4.1 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE LOS FACTORES EQUIVALENTES.

Las diferentes cargas que actúan sobre un pavimento producen a su vez diferentes tensiones y deformaciones en el mismo; los diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales, responden en igual forma de diferente manera a igual carga. Como estas cargas producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, las fallas tendrán que ser distintas.

Para tomar en cuenta esta diferencia, el volumen de tránsito se transforma en un número equivalente de ejes de una determinada carga, que a su vez

producirá el mismo daño que toda la composición de tránsito mixto de los vehículos. Esta carga uniformizada según la AASTHO¹⁴ (American Association of State Highway and Transportation Officials, es decir: Asociación americana de Autoridades estatales de Carretera y Transporte) es de 80 KN o 18 Kips¹⁵ y la conversión se hace a través de los Factores Equivalentes de Carga LEF (Load Equivalent Factor, es decir: Factor de Carga Equivalente).

El proceso de convertir un tránsito mixto en un número de ESAL's (Equivalent Axial Load, o sea Ejes Equivalentes) de 80 KN fue desarrollado por el Road Test de la AASTHO. Para este ensayo se cargaron pavimentos similares con diferentes configuraciones de ejes y cargas, para analizar el daño que produjeron.

A continuación se determinarán los ejes equivalentes de diseño estructural para pavimento de concreto.

- **El índice de serviciabilidad** de un pavimento, es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo; en otras palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice 3 de serviciabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base a esto y el criterio del proyectista, con un valor de 0 (Pésimas condiciones).

A la diferencia entre estos dos valores se le conoce como la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI) o sea el índice de serviciabilidad presente (Present Serviciability Index).

¹⁴ AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993, pag. 30.

¹⁵ 1Kips = 1,000 libras fuerza = 4.448222 KN.

Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes¹⁶:

Índice de serviciabilidad inicial:

Po= 4.5 para pavimentos rígidos

Po= 4.2 para pavimentos flexibles

Índice de serviciabilidad final:

Pt= 2.5 o más para caminos muy importantes

Pt= 2.0 para caminos de tránsito menor.

Entonces, para calcular los ESAL's (Equivalent Axial Load, o sea Ejes Equivalentes de Carga) que se aplicarán a una estructura de pavimento es necesario un Factor Equivalente de Carga (LEF), es el valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por la carga de un tipo de eje de 80 KN y la producida por un eje estándar en el mismo eje.

$$LEF = \frac{\text{No. de ESAL's de 80 KN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{N. de ejes de 80 KN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Como cada tipo de pavimento responde de manera diferente a una carga, los LEF's también cambian en función del tipo de pavimento. Por lo que, los pavimentos rígidos y flexibles tienen diferentes LEF's y que también cambian según el SN (Structural Number, número estructural) en pavimentos flexibles y según el espesor de la losa en pavimentos rígidos, además que también cambia según el valor del índice de serviciabilidad asumido para el diseño.

Entonces, para calcular los ESAL's que se aplicarán a la estructura de pavimento es necesario asumir en primera instancia, para pavimentos rígidos el espesor de la losa que se necesita para las cargas que se van a imponer; también se tendrá que asumir el índice de serviciabilidad final aceptable, de

¹⁶ Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002, Capítulo 3, pág. 4.

acuerdo con los programas de mantenimiento que se considere necesario según el tipo de carretera.

Datos de diseño para obtener los LEF's (Ver **ANEXO 1, Tabla No. 1**):

Tipo de Pavimento	=	Pavimento rígido.
Tipo de eje	=	Ejes simples.
Índice de serviciabilidad	=	Pt= 2.0 para caminos de tránsito menor.
Espesor de losa	=	7 pulgadas (Espesor mínimo = 18 cm).

Necesitamos determinar la carga por eje de los vehículos que llegarán a depositar los desechos sólidos biodegradables, como también los que formaran parte del proceso a la transformación del Compost.

El Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA, clasifica los vehículos desde un C2, con una capacidad máxima de carga; de 18,000 lb = 18 Kips (Vehículo de diseño de 8 Ton), sin embargo no habla de los vehículos livianos, ni peso de vehículos vacíos.

El Acuerdo Centroamericano sobre circulación por Carreteras, SIECA, 2000¹⁷. Hace referencia a los vehículos livianos y pesados de la siguiente forma:

1. Vehículos automotores livianos (vehículos para pasajeros con capacidad no mayor de nueve asientos y vehículos para carga con capacidad no mayor de 1,500 kg).
2. Vehículos automotores pesados (cuya capacidad exceda de 1,500 Kg. pero no sea mayor de 5,000 Kg).
3. Vehículos automotores pesados (cuya capacidad exceda de 5,000 Kg).

Se tomaran 4 capacidades de carga de vehículos de diseño para el cálculo del LEF (Factor Equivalente de carga).

¹⁷ Resolución 02-01 COMITRAN XXIII, pag. 39.

Tara: Peso del Vehículo.

Carga: Cantidad de mercadería u objeto que puede llevar un vehículo.

Peso Bruto: Tara mas carga.

1. Camión compactador con capacidad 8 Ton. Con 8 Ton de carga.
2. Camión compactador con capacidad 8 Ton. pero con 4 Ton de carga.
3. Cargador CAT 236, capacidad de carga 1 Ton.
4. Pick up con barandas, capacidad de carga 1.5 toneladas.

Calculando el factor equivalente para el camión compactador con capacidad 8 Ton, es decir tara mas carga (Ver **figura 5.5**).

Figura 5.5. “Camión compactador, de eje de tracción doble rueda, capacidad de carga 8 toneladas” con su respectivo ESAL, según la carga por eje.



PROCEDIMIENTO:

Para eje direccional:

$$4 \text{ Ton} * \frac{2200 \text{ Lbs}}{1 \text{ Ton}} * \frac{1 \text{ Kip}}{1000 \text{ Lbs}} = 8.8 \text{ Kip} \approx 9 \text{ Kip.}$$

Interpolando en Tabla 1 del **Anexo No. 1** se obtiene:

Carga p/eje (Kips)	Espesor de losa (En pulgadas)
	7 pulgadas
8	0.033
9	X
10	0.084

Datos tomados de la Tabla 1 del **Anexo No. 1**.

$$X = \text{ESAL} = 0.0585.$$

Para eje de tracción doble rueda:

$$8 \text{ Ton} * \frac{2200 \text{ Lbs}}{1 \text{ Ton}} * \frac{1 \text{ Kip}}{1000 \text{ Lbs}} = 17.6 \text{ Kip} \approx 18 \text{ Kip}$$

Obteniendo de tabla No.1 ESAL= 1

El mismo procedimiento se hace para el vehículo con solo la tara, ya que entrará al patio de compostaje cargado y saldrá sin carga. (Ver **tabla 5.2**).

Tabla 5.2 EJES EQUIVALENTES DE LOS VEHICULOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO.

Encontrando los LEF del Anexo No. 1, interpolando cuando es necesario.

		Configuración De Ejes	TON=Kip	LEF	Factor Equivalente Tipo Vehiculo
1. Camión compactador con capacidad 8 Ton. Con 8 Ton de carga.					
CARGADO	CAMION	1 E.S.D.	4.0=9.0	0.0585	
		1 D.R.E.T.	8.0=18.0	1.0	1.0585
VACIO	CAMION	1 E.S.D.	2.0=4.4	0.0724	
		1 D.R.E.T.	2.0=4.4	0.0724	0.1448
				EE TOTALES=	1.2033

2. Camión Compactador Con Capacidad 8 Ton. Con 4 Ton De Carga.					
		Configuración De Ejes	Ton=Kip	LEF	Factor Equivalente Tipo Vehiculo
CARGADO	CAMION	1 E.S.D.	2.0=4.4	0.0724	
		1 D.R.E.T.	4.0=9.0	0.0585	0.1309
VACIO	CAMION	1 E.S.D.	2.0=4.4	0.0724	
		1 D.R.E.T.	2.0=4.4	0.0724	0.1448
EE TOTALES=					0.2757

3. Cargador CAT 236, Capacidad De Carga 1 Ton.					
		Configuración De Ejes	Ton=Kip	LEF	Factor Equivalente Tipo Vehiculo
CARGADO	CAT 236	1 E.S.D.	1.0=2.2	3.8E-4	
		1 E.S.T.	2.0=4.4	0.0724	0.07278
VACIO	CAT 236	1 E.S.D.	1.0=2.2	3.8E-4	
		1 E.S.T.	1.0=2.2	3.8E-4	7.6E-4
EE TOTALES=					0.07354

4. Pick Up Con Barandas, Capacidad De Carga 1.5 Toneladas.					
		Configuración De Ejes	Ton=Kip	LEF	Factor Equivalente Tipo Vehiculo
CARGADO	PICK UP	1 E.S.D.	1.0=2.2	3.8E-4	
		1 E.S.T.	2.5=5.5	0.008	0.00838
VACIO	PICK UP	1 E.S.D.	1.0=2.2	3.8E-4	
		1 E.S.T.	1.0=2.2	3.8E-4	7.6E-4
EE TOTALES=					0.00914

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.3.4.2 NUMERO DE VIAJES QUE REALIZA CADA TIPO DE VEHICULO EN LOS PATIOS DE COMPOSTAJE.

Debido a que la microrregión centro y sur del Departamento de Ahuachapán produce 48.95 ton de desechos sólidos orgánicos diarios, siendo este el 72.93% de los desechos sólidos totales generados. Ya que el proceso es gradual y que no hay ninguna planta en el país que pueda compostar 10 ton/día, aun con la experiencia que tienen. Por lo que la Planta de Compostaje de la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán compostará 1/6 de los desechos sólidos orgánicos totales, siendo este 8.27 ton/día. Aumentando el 1% anual debido al consumismo de la población.

DATOS:

Capacidad de carga de compostaje por pila: 10.88 ton

No. De pilas por patios = 30 pilas (Ver plano 6/24)

Capacidad de carga de patio = 10.88 * 30 = 326.4 ton

Cantidad de desechos sólidos orgánicos que llegaran durante un día = 8.27 ton/día.

$$\text{No. días de llenado de patio} = \frac{\text{Capacidad de carga de patio}}{\text{Cantidad de desechos solidos organicos que llegaran durante un dia}}$$

$$\text{No. Días de llenado de patio} = \frac{326.4 \text{ ton}}{8.27 \text{ ton/día}} = 40 \text{ días.}$$

✓ Camión compactador con capacidad 8 ton, con 8 ton de carga y Camión compactador con capacidad 8 ton, con 4 ton de carga.

(Camión de 8 ton procedente del Municipio Ahuachapán)

(Camiones de 4 ton c/u, procedentes de Apaneca, San Pedro Puxtla, Tacuba y Jujutla).

Número de viajes que realizarán cada tipo de vehículo a los patios de compostaje:

$$\text{No. de viajes}_{\text{camión de 8 ton}} = 1 * 40 = 40 \text{ Viajes.}$$

$$\text{No. de viajes}_{\text{camión de 4 ton}} = 4 * 40 = 160 \text{ Viajes.}$$

✓ Cargador CAT 236, capacidad de carga 1 ton.

DATOS:

Capacidad del cucharón: 0.4 m^3

$$\text{Volumen de compostaje por pila: } \frac{10.88 \text{ ton/pila}}{0.387 \text{ ton/m}^3} = 28.11 \frac{\text{m}^3}{\text{pila}}$$

$$\text{Veces de llegada del Cat/pila} = \frac{28.11 \frac{\text{m}^3}{\text{pila}}}{0.4 \text{ m}^3} = 71 \text{ veces/pila}$$

Veces de llegada del Cat/patio = $71 \text{ veces/pila} * 30 \text{ pilas} = 2130 \text{ veces.}$

✓ **Pick up con barandas, capacidad de carga 1.5 toneladas.**

DATOS:

$$\rho_{\text{basura}} = 0.387 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Capacidad de Pick up} = 1.5 \text{ ton/pick up}$$

$$\text{Capacidad en M}^3 \text{ de compost del pick up} = \frac{\text{Capacidad de Pick up}}{\rho_{\text{basura}}}$$

$$\text{Capacidad en M}^3 \text{ de compost del pick up} = \frac{1.5 \text{ ton/pick up}}{0.387 \text{ ton/m}^3} = 3.88 \text{ m}^3 / \text{viaje}$$

Capacidad de carga de patio = 326.4 ton.

$$\text{Volumen total en patio de compostaje} = \frac{\text{Capacidad de carga de patio}}{\rho_{\text{basura}}}$$

$$\text{Volumen total en patio de compostaje} = \frac{326.4 \text{ ton}}{0.387 \text{ ton/m}^3} = 843.41 \frac{\text{m}^3}{\text{patios}}$$

Numero de viajes que realizara el pick up al patio de compostaje:

$$\text{No. de viajes}_{\text{pick up 1.5 ton}} = \frac{\text{Volumen total en patio de compostaje}}{\text{Capacidad en M3 de compost del pick up}}$$

$$\text{No. de viajes}_{\text{pick up 1.5 ton}} = \frac{843.41 \frac{\text{m}^3}{\text{patios}}}{3.88 \frac{\text{m}^3}{\text{viaje}}} = 218 \text{ viaje} / \text{patios}$$

Los datos necesarios para el cálculo del ESAL de diseño para el pavimento rígido son:

NOTA:

Para estos ejes equivalentes corresponden solamente al periodo comprendido entre el proceso en que se cargan los patios de compostaje, ya que, el proceso del compostaje es de 3 meses, es decir 4 veces al año, y si consideramos una vida de diseño de 15 años, entonces tenemos:

- Camión compactador con capacidad 8 Ton. Con 8 Ton de carga (ESAL=**1.2033**; Veces de llegada= 40 viajes).
ESAL=1.2033*40 viajes*4*15 = 2888.00
- Camión compactador con capacidad 8 Ton. pero con 4 Ton de carga (ESAL =**0.2757**; Veces de llegada = 160 viajes).
ESAL=0.2757*160 viajes*4*15 = 2647.00
- Pick up con barandas, capacidad de carga 1.5 toneladas (ESAL = **0.00914**; Veces de llegada = 218 viajes).
ESAL=0.00914*218 viajes*4*15 = 120.00

Para este eje equivalente corresponde solamente el periodo comprendido en el que se le aplica el proceso aerobio (proceso de volteo, para generar la aireación), ya que, este proceso se realizara una vez a la semana, es decir 52 veces al año, y si consideramos una vida de diseño de 15 años, entonces tenemos:

- Cargador CAT 236, capacidad de carga 1 Ton (ESAL = **0.07354**; Veces de llegada= 2130 viajes).

$$ESAL = 0.07354 * 2130 \text{ viajes} * 52 * 15 = 122,180.00$$

Obteniendo el ESAL de diseño es:

$$ESAL_{\text{de diseño}} = \sum (ESAL's \text{ de cada tipo de vehiculo})$$

$$ESAL_{\text{de diseño}} = (2888.0 + 2647.0 + 120.0 + 122,180.0) = 127,837.00$$

5.1.3.4.3 DISEÑO DE LOS PATIOS DE COMPOSTAJE PARA LOS VEHICULOS.

Ahora se procederá a diseñar el patio de acopio, para lo cual se utilizará el método AASHTO 1993 para pavimentos rígidos.

$$\log W_{t18} = Z_R * S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{3} \right]}{1 + \left[\frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}} \right]}$$

$$+ (4.22 - 0.32 * P_t) * \log \left(\frac{S_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left\{ D^{0.75} - \left[\frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}} \right]} \right\}} \right)$$

W_{t18} = Ejes equivalentes de 80KN acumulados durante la vida de diseño.

S_o = Desviación Estándar.

Z_R = Error estándar. Predicciones trafico y desempeño.

ΔPSI = Diferencia entre servicapacidad inicial y final.

P_t = Servicapacidad Final de diseño.

S'_c = Modulo de Rotura Flexión Promedio.

C^d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de Elasticidad del concreto.

K = Módulo Efectivo de Reacción de la subrasante.

J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas.

$$W_{t18} = 127,837.00$$

$$S_o = 0.35$$

El conjunto total de las desviaciones estándar S_o se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los siguientes intervalos siguientes¹⁸:

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0.35 – 0.40
En Sobre – capas	0.50

$$Z_R = 50\%$$

De acuerdo a los Ejes Equivalentes de Diseño ESAL 127,837.0, corresponde por la **Tabla 5.3** considerar una confiabilidad de 50% y un coeficiente de variación del suelo del 0.35, esto considerando un menor error combinado de las variables.

Tabla 5.3 Confiabilidad y factores de seguridad recomendados.

** Transito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes.

**	Confiabilidad R	Z_R	S_o	Factor de Seguridad F.S
<5	50	0.000	0.35	1.00
5 – 15	50 – 60	0.000 – 0.253	0.35	1.00 – 1.23
15 - 30	60 - 70	0.253 – 0.524	0.35	1.23 – 1.83
30 - 50	70 - 75	0.524 – 0.674	0.34	1.51 – 1.70
50 - 70	75 - 80	0.674 – 0.841	0.32	1.64 – 1.86
70 – 90	80 - 85	0.841 – 1.037	0.30	1.79 – 2.05

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, AASTHO 1993.

$$\Delta PSI = 4.5 - 2.0 = 2.5$$

Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes¹⁹:

¹⁸ Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos, Capítulo 7, pag. 5.

Índice de serviciabilidad inicial:

Po= 4.5 para pavimentos rígidos.

Po= 4.2 para pavimentos flexibles.

Índice de serviciabilidad final:

Pt= 2.5 o más para caminos muy importantes.

Pt= 2.0 para caminos de tránsito menor.

$P_t = 2.0$

S'_c = Modulo de Rotura Flexión Promedio.

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S_c) o Módulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días.

El módulo de ruptura se mide mediante ensayos de vigas de concreto aplicándoles cargas en los tercios de su claro de apoyo (Ver **Figura 5.6**). Esta prueba esta normalizada por la ASTM C78.

Especificación del Modulo de Ruptura Recomendado

Los valores recomendados para el Módulo de Ruptura varían desde 41 kg/cm² (583 psi) hasta los 50 kg/cm² (711 psi) a los 28 días, dependiendo del uso que vayan a tener.

A continuación se muestran valores recomendados (Ver **Tabla 5.4**), sin embargo el diseñador deberá elegir de acuerdo a un buen criterio.

¹⁹ Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002, Capítulo 3, pág. 4.

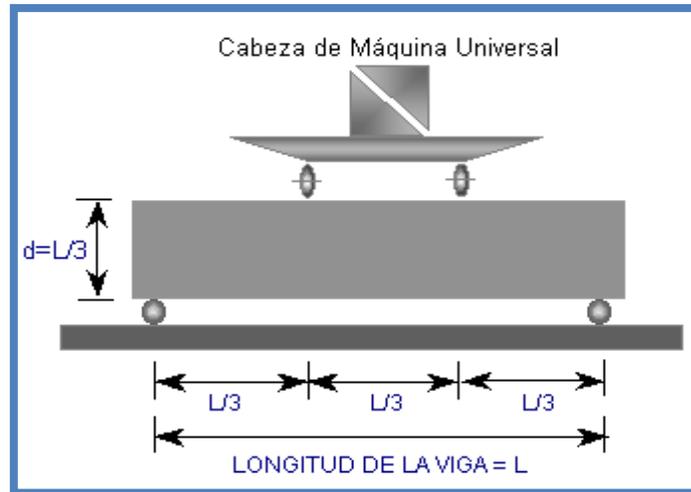


Figura 5.6 Esquema de modulo de ruptura

Tabla 5.4 Tabla de Valores de modulo de ruptura.

Pavimento	Módulo de Ruptura	
	Kg/cm ²	Psi
Autopistas	48.00	682.7
Carretera	48.00	682.7
Zonas Industriales	45.00	640.1
Urbanas Principales	45.00	640.1
Urbanas Secundarias	42.00	597.4

Se tomará el valor de 42.00 kg/cm² equivalente a 597.4 psi.

$C'_d = 1.0$ (Se considera el valor más desfavorable, ya que los patios están saturadas de agua debido al riego que reciben).

CONDICIONES AMBIENTALES:

- Temperatura.
- Lluvia.
- Drenaje.

Estos factores se involucran en el método de diseño, ya que, dependiendo de la facilidad con que pueda salir el agua de las capas que conforman el pavimento,

el comportamiento y los cambios de las características físicas y mecánicas se verán más o menos afectados. El termino drenaje a que se alude aquí es aquel con que cuentan las capas para liberar el agua libre entre sus granos (no se trata del “bombeo” superficial de la carretera). Los pavimentos con drenaje pobre en regiones áridas se comportaran igual que aquellos diseñados para buen drenaje en localidades lluviosas.

En este criterio de diseño la AASTHO delinea algunas ideas practicas respecto a las diferentes calidades de drenaje, (Ver **Tabla 5.5**):

Tabla 5.5 Coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos (C_c).

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 15%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Guía para el Diseño de Pavimentos, AASTHO 1993.

E_c = Módulo de Elasticidad del concreto.

- ✓ El Módulo de Elasticidad del concreto esta relacionado con su Módulo de Ruptura y se determina mediante la norma ASTM C469.
- ✓ El Módulo de Elasticidad del concreto esta relacionado con su Módulo de Ruptura, existen varios criterios con los que se puede estimar el Módulo de Elasticidad a partir del Módulo de Ruptura.

Criterios para estimar el Módulo de Ruptura:

- $E_c = 6750 \cdot MR$.
- $E_c = 56454 \cdot MR^{0.77}$
- $E_c = a \cdot MR^b$

- $E_c = x$
 $a = 26454$
 $b = 0.770$
 $c = 4000000$
- Se utilizara $E_c = 6750 * MR = 6750 * 597.4 = 4032450$ psi.

$K = 150$ pci (con C.B.R del 5%).

Un factor de relativa importancia en el diseño de espesores de un pavimento de hormigón es la calidad del suelo que conforma la subrasante. Esta, usualmente se refiere al módulo de reacción de la subrasante k , que representa la presión de una placa circular rígida de 76 cm. de diámetro dividida por la deformación que dicha presión genera. Su unidad de medida es el $Kg./cm^2/cm$. ($Kg./cm^3$). Debido a que el ensayo correspondiente (Norma AASHTO T222-78) es lento y caro de realizar, habitualmente se calcula correlacionándolo con otro tipo de ensayos más rápidos de ejecutar, con valores del CBR. (Ver **tabla 5.6**).

Tabla 5.6 Valores de C.B.R.

C.B.R	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub-base buena
50 – 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo Villalaz, pag. 113.

C.B.R = 5% (Subrasante).

Sub- rasante:

$K = 0.25 \log(CBR) \dots \dots \dots (kg/cm^3)$ C.B.R < 10%

Sub-base granular:

$K = 4.51 \cdot \log(\text{C.B.R.}) \dots \dots \dots (\text{kg/cm}^3)$ C.B.R > 10%.

$$K_c = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K_b}{K} \right)^{2/3} \right]^{1/2} * K$$

- K_c = Módulo de reacción corregido.
- K_b = Módulo de la base.
- h = Espesor de la sub-base.

Sub-base rígida: (base tratada).

$$m = \frac{15 * K}{E}$$

Donde:

$$K_c = \left[\frac{(1-m)}{\left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{1}{m} \right)^{2/3} \right)^{1/2}} \right] * m$$

Por último:

$$K_c = \frac{K}{F_w}$$

Las características de drenabilidad se expresan a través de un coeficiente de drenaje de la sub-base (C_d), cuyo valor depende del tiempo en que esta se encuentra expuesta a niveles de humedad cercana a la saturación y del tiempo en que drena el agua. El primer factor indicado depende, a su vez, del nivel de precipitaciones de la zona, altura de la rasante, bombeo o inclinación transversal, sistema de saneamiento superficial, etc. El segundo factor depende de la calidad de los materiales de sub-base, existencia de drenaje y propiedades de permeabilidad de la subrasante.

$J = 3.2$ (Ver **tabla 5.7**).

Tabla 5.7 Coeficientes de transferencia de carga (J).

Millones De ejes equivalentes	Con pasajuntas y reforzada con malla		Junta sin pasajuntas (fricción entre agregados)		Con refuerzo continuo		Tipo de pavimento
	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
Hasta 0.3	3.2	2.7	3.2	2.8	-	-	Calles y camino vecinales
0.3 - 1	3.2	2.7	3.4	3.0	-	-	
1 a 3	3.2	2.7	3.6	3.1	-	-	
3 a 10	3.2	2.7	3.8	3.2	2.9	2.5	Camino principales y autopista
10 a 30	3.2	2.7	4.1	3.4	3.0	2.6	
Más de 30	3.2	2.7	4.3	3.6	3.1	2.6	

Fuente: Guía para el Diseño de Pavimentos, AASTHO 1993.

Sustituyendo estos valores en la ecuación y despejando D (espesor de losa) se obtiene:

$$W_{t18} = 127,837.0$$

$$S_o = 0.35$$

$$Z_R = 50\%$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

$$P_t = 2$$

$$S'_c = 597.4 \text{ psi.}$$

$$C^d = 1.0$$

$$E_c = 4032450 \text{ psi}$$

$$K = 150 \text{ pci}$$

$$J = 3.2$$

$$\log(127837) = 50 * 0.35 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left[\frac{2.5}{3}\right]}{1 + \left[\frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}\right]}$$

$$+ (4.22 - 0.32 * 2)$$

$$* \log\left(\frac{597.4 * 1.0 * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * 3.2 \left\{ D^{0.75} - \left[\frac{18.42}{\left(\frac{4032450}{150}\right)^{0.25}} \right] \right\}}\right)$$

D = 10.06 cm aproximadamente 4”.

Pero para este caso, se utilizo el programa para diseño de pavimento (método AASTHO) CEMEX CONCRETO:

Los datos de entrada son los que ya han sido calculados:

A continuación se muestra la ventana inicial, en la que son introducidos los valores correspondientes:

CEMEX CONCRETOS Bienvenido(a): r

PROYECTOS DATOS GENERALES

Datos Generales Método AASTHO

Confiabilidad	R	50	%	?
Desviación Estándar	So	0.35		?
Módulo de Ruptura	MR	597.4	psi	?
Módulo de Elasticidad	Ec	4032450	psi	?
Módulo de Reacción	K	150	pci	?
Coefficiente de Drenaje	Cd	1		?
Serviciabilidad Inicial	Po	4.5		?
Serviciabilidad Final	Pf	2		?
Coefficiente de Trans. Carga	J	3.2		?

ESALS

Calcular a partir del tráfico

Introducir ESALS

TRANSFERENCIA DE CARGA

Pasajuntas Si No

Apoyo Lateral Si No

Comentarios:

ESPESOR

Calcular D in. cm. ESALS

Figura 5.7 Ventana principal, donde se introducen los valores para el diseño.

CEMEX CONCRETOS Bienvenido(a)

PROYECTOS DATOS GENERALES

Datos Generales Método AASHTO

Contabilidad	R	50	%	?
Desviación Estándar	So	0.35		?
Módulo de Ruptura	MR	597.4	psi	?
Módulo de Elasticidad	Ec	4032450	psi	?
Módulo de Reacción	K	150	pci	?
Coefficiente de Drenaje	Cd	1		?
Serviciabilidad Inicial	Po	4.5		?
Serviciabilidad Final	Pt	2		?
Coefficiente de Trans. Carga	J	3.2		?

ESALS

Calcular a partir del tráfico

Introducir ESALS

TRANSFERENCIA DE CARGA

Pasajuntas Si No

Apoyo Lateral Si No

Comentarios:

ESPESOR

D

ESALS

Figura 5.8 Ventana ya con los valores respectivos calculados.

A continuación se muestra el reporte completo del DISEÑO del patio de compostaje que proporciona el programa:

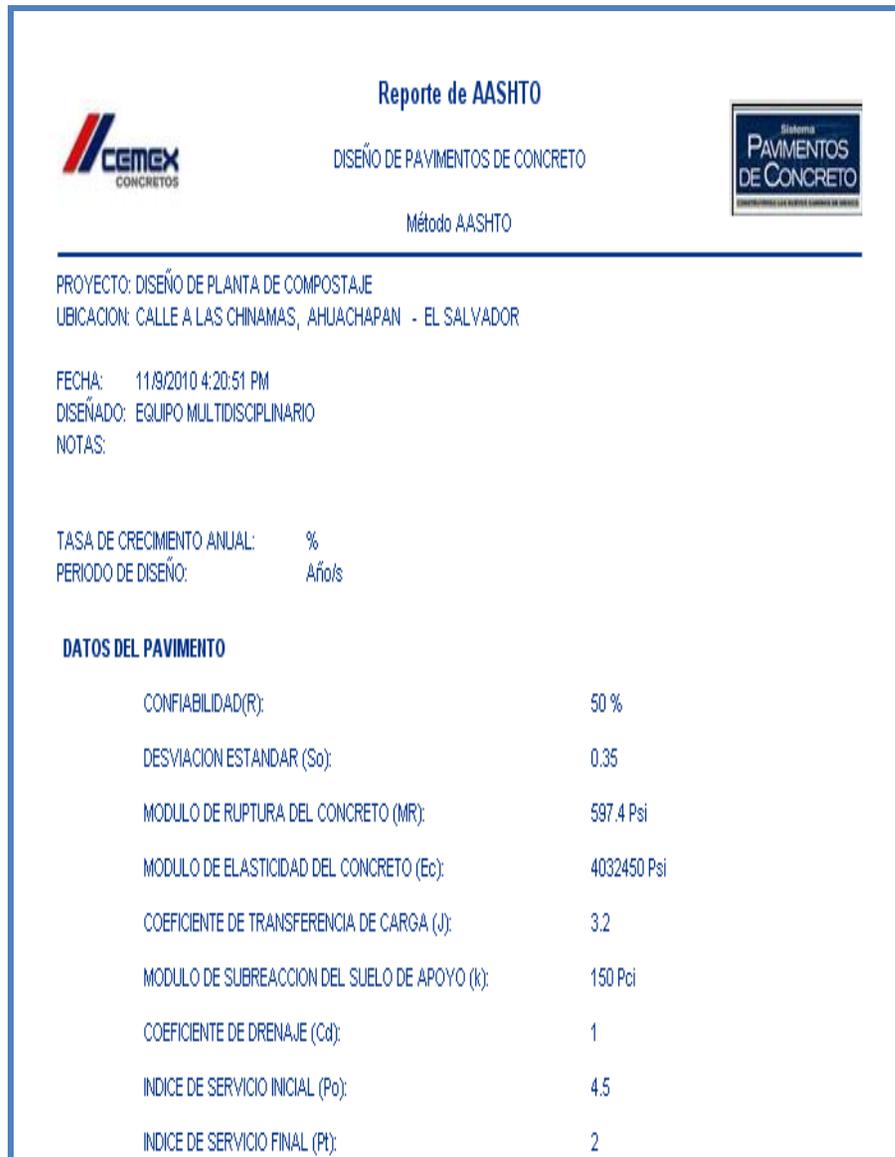


Figura 5.9 Hoja 1 del Reporte de AASTHO, donde muestra la información general del proyecto, así como también los datos de entrada al programa.

Se considera que el pavimento cuenta con barras pasajuntas para la transferencia de carga, además de también considerar que el pavimento no cuenta con soporte lateral.

RESULTADOS:

EJES SENCILLOS EQS. DE 18 KIPS: **127837** ESALS

Nº	Tipo de Eje	Peso del Eje	Repeticiones al año	Repeticiones en la Vida Útil	ESALS
----	-------------	--------------	---------------------	------------------------------	-------

ESPESOR DEL PAVIMENTO: 4 in (10.16 cms)

MODULACION DE LOSAS

De acuerdo al Espesor encontrado y siguiendo el criterio AASHTO, CEMEX le recomienda la siguiente modulación de losas:

SEPARACION MAXIMA DE JUNTAS TRANSVERSALES: 2.44 metros
 RANGO DE SEPARACION DE JUNTAS LONGITUDINALES: 3.0 a 4.5 metros

PASAJUNTAS Y BARRAS DE AMARRE

PASAJUNTAS

Diámetro: 0.75 in (1.9 cms)
 Longitud: 16 in (40.64 cms)
 Separación: 12 in (30.48 cms)

BARRAS DE AMARRE

Separación en cms, según la distancia al extremo libre.

Espesor Pavimento (cms)	Diámetro (in)	Longitud (cms)	Distancia al Extremo Libre (m)			
			3.05 m	3.66 m	4.27 m	7.32 m
hasta 14	1/2	64	76	76	76	64
hasta 18	1/2	71	76	76	76	51
hasta 21.6	1/2	79	76	76	71	41
hasta 25.4	5/8	81	91	91	91	56
hasta 30.5	5/8	91	91	91	79	46

Figura 5.10 Hoja 2 del Reporte AASTHO, donde muestra los resultados de la modulación de la losa, información completa del diseño de las pasajuntas.

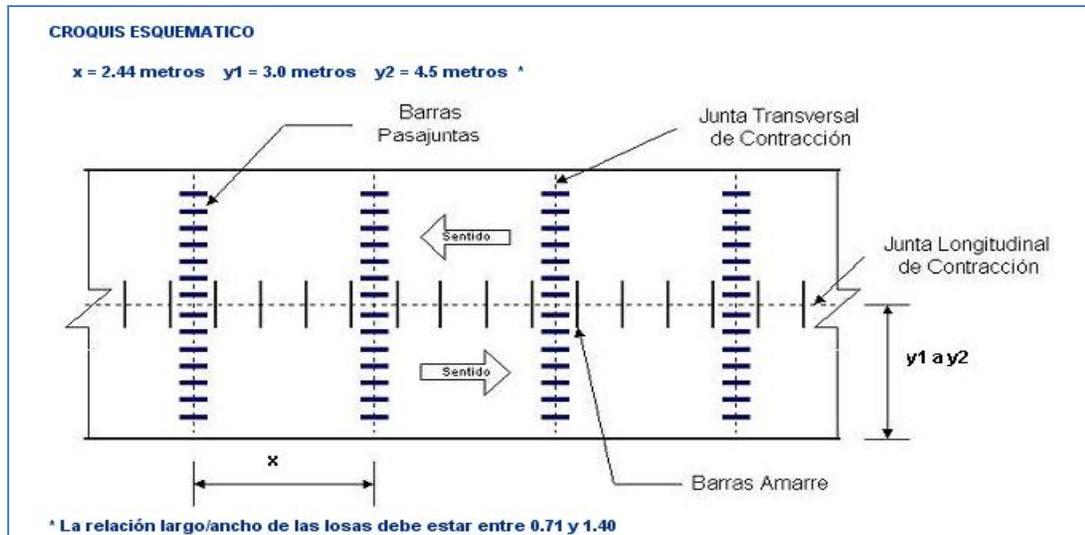


Figura 5.11 Hoja 3 del reporte AASTHO, donde muestra el croquis esquemático del diseño de la losa.

EL DISEÑO DEFINITIVO QUEDARA DE LA SIGUIENTE MANERA:

Espesor de losa: 18 cm.

Barras pasajuntas: diámetro 1", 42.72 cm de largo y a cada 30.48 cm.

Barras de amarre: diámetro ½", 71.00cm y a cada 76 cm.

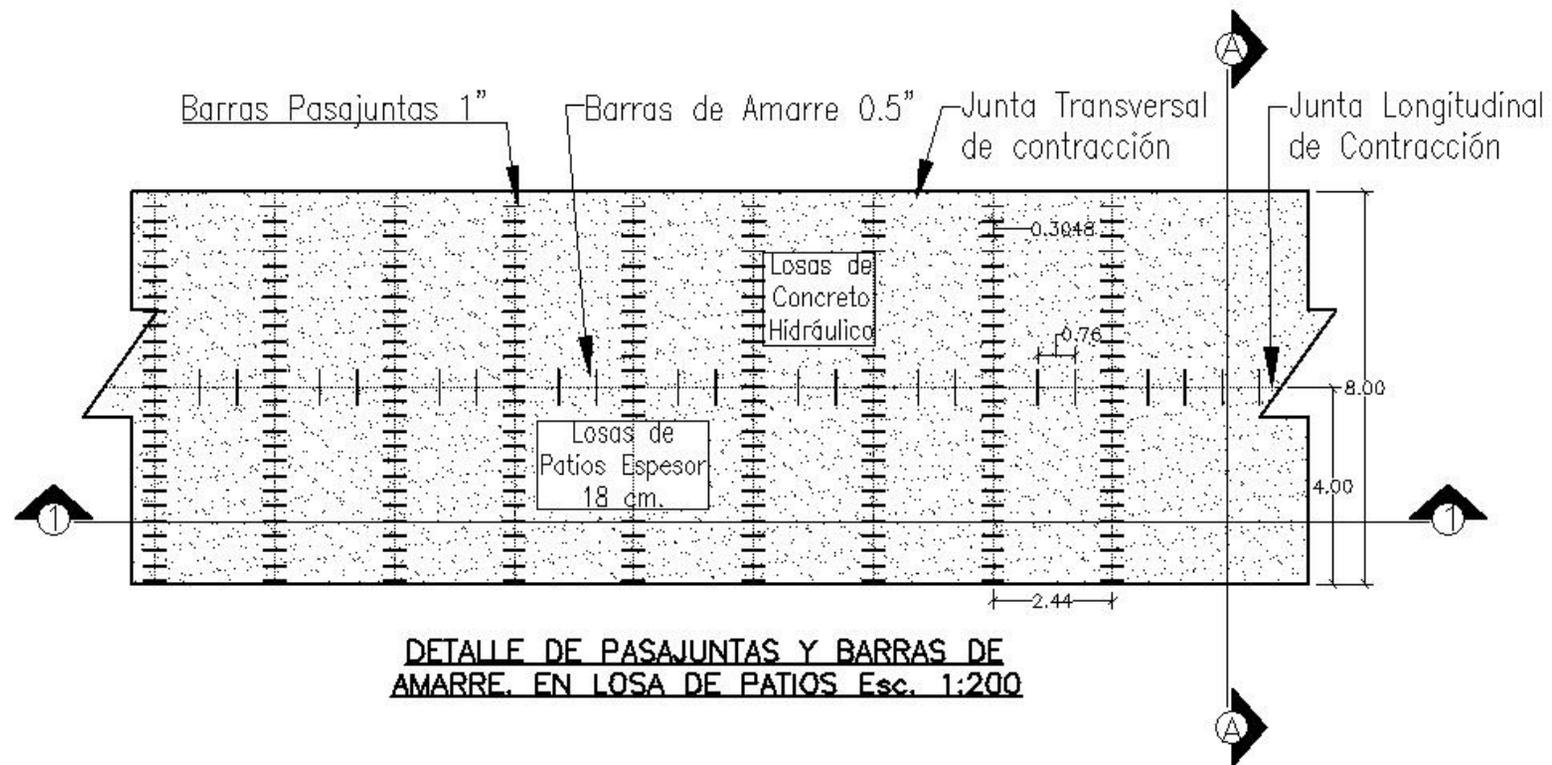


Figura 5.12 Esquema en planta de losa para patios de compostaje

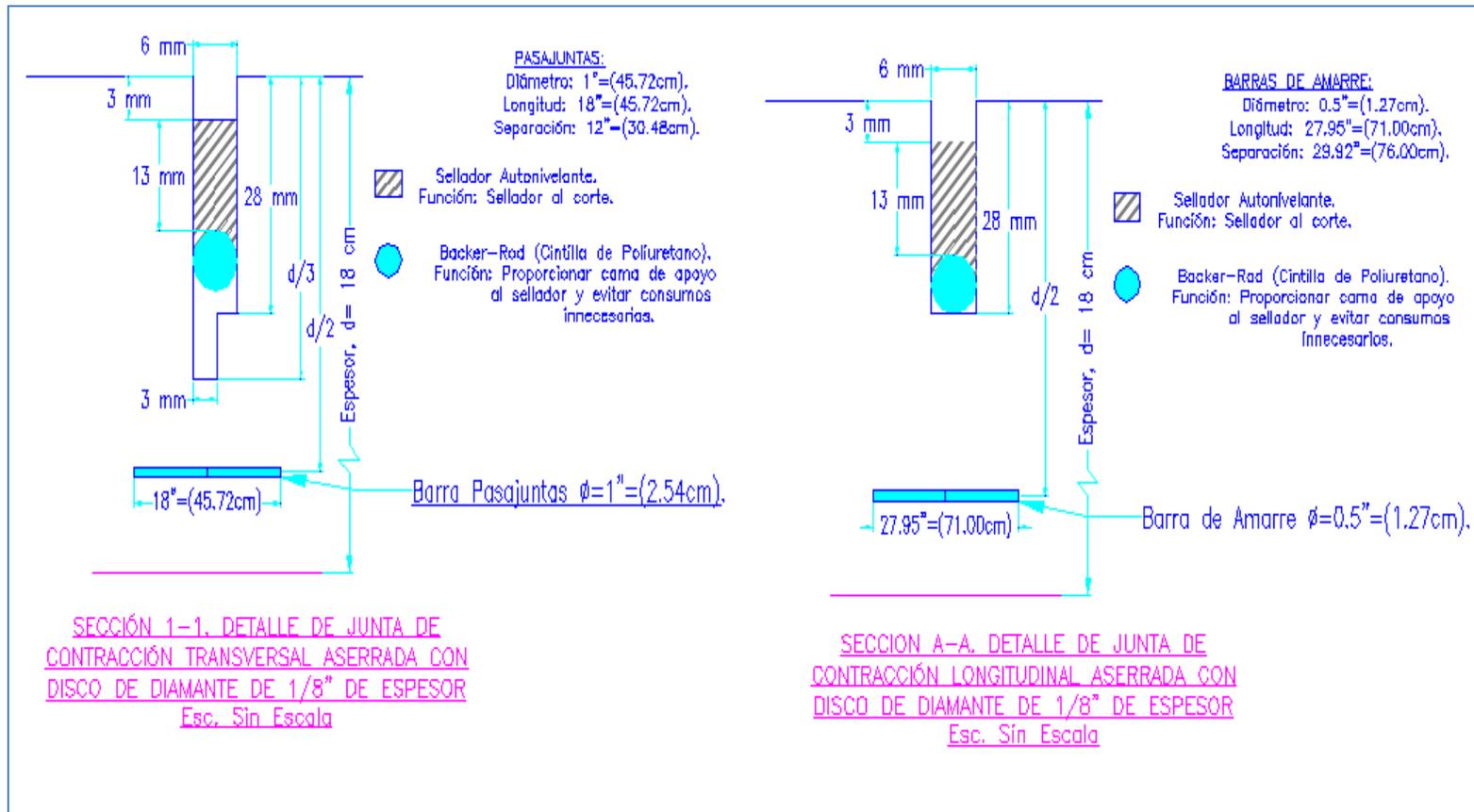
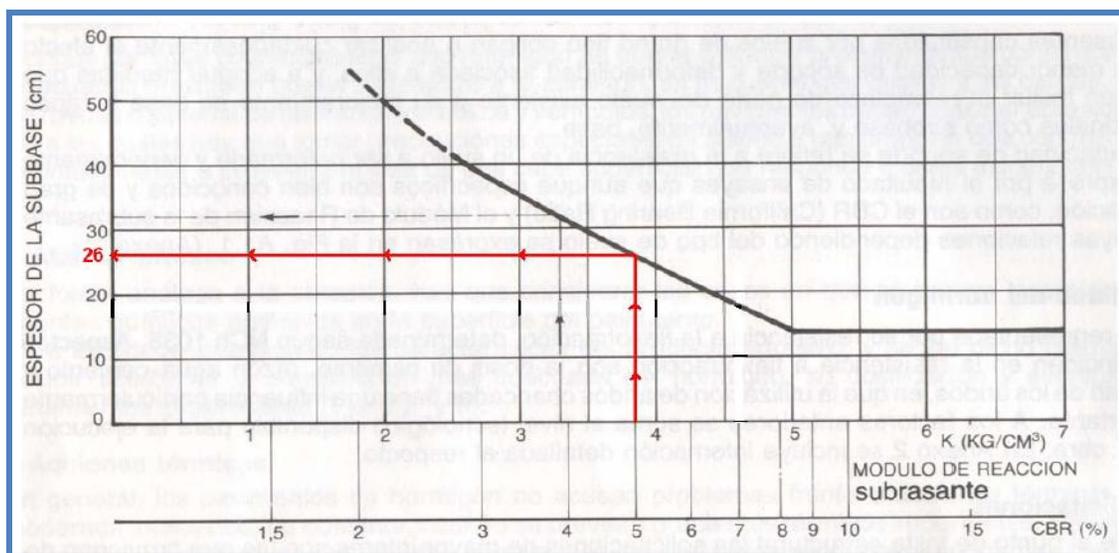


Figura 5.13 Secciones transversales de losa de pavimento.

5.1.3.4.4 DETERMINACION DEL ESPESOR DE LA SUBBASE.

Para conseguir el espesor de la sub base, se ingresa al siguiente gráfico con el valor del CBR 5% de la subrasante en el eje de las abscisas, a partir de este valor se asciende hasta llegar a la curva de espesores de la subbase, y en seguida a partir de este punto se va hasta el eje de las ordenadas y se obtiene un espesor de subbase de 26 cm. (Ver **Figura 5.14**).

Figura 5.14 Espesor de Subbase según CBR.



Fuente: Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto (ISCYC).

5.2 DISEÑO DE CANALETA PERIMETRAL

Cuando se diseña una canaleta, debe considerarse el tipo de sección transversal que se elegirá, para llevar a cabo el proceso. Así, la que ofrece las mejores perspectivas de construcción, es la sección trapezoidal, en función del diseño, replanteo y aspectos de costos. Un efectivo diseño deberá contemplar, la maximización del valor del radio hidráulico.

- Diseño a través de Manning.

El diseño de un canal a través de Manning, asume dos elementos básicos en la definición, los cuales están relacionados con la determinación del radio hidráulico máximo, y la expresión matemática de la sección transversal.

En este marco, tanto el radio hidráulico, como la sección transversal, se expresan en función de la altura o tirante, del canal, además del ángulo de inclinación del talud. Así:

$$R = \frac{h}{2}$$

$$A = h^2 \frac{(2 - \operatorname{sen} \alpha)}{\cos \alpha}$$

Luego, se requiere definir el coeficiente de rugosidad (n), la pendiente del canal, y el ángulo de inclinación del talud, con lo cual se determina lo siguiente:

$$\text{Si: } Q = \frac{A * R h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/seg.)

A: Área de la sección del canal (m²)

Rh.: Radio hidráulico de la sección (m)

S: Pendiente longitudinal del canal

n: Coeficiente de rugosidad (depende del tipo de superficie).

Sustituimos la ecuación del Radio Hidráulico y la sección transversal respectivamente, obteniendo lo siguiente:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * S^{1/2} * \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} * h^2 \frac{(2 - \operatorname{sen} \alpha)}{\cos \alpha}$$

5.2.1 DISEÑO DE CANALETA PERIMETRAL CON REVESTIMIENTO

- Determinación del caudal a conducir:

Se analizará media agua de un patio de compostaje, el resto se diseñará de igual forma, obteniendo los mismos resultados por ser todos simétricos, a partir del siguiente procedimiento. Para cuencas pequeñas se utiliza la Ecuación de Giandotti que se muestra a continuación.

$$T_c = \frac{(\sqrt{A}) + 1.5 L_c}{0.8 (\sqrt{\Delta H})}$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración = minutos.

A = Área, en Km².

L_c = Longitud sobre el cual escurre el flujo en Km.

ΔH = Elevación media de la cuenca en mts.

Calculando el tiempo de concentración de un patio.

A = 0.001324072 Km² (Área de media agua de un patio) (Ver Anexo 7, Planta Arquitectónica, 6/24).

L_c = 0.02248 Km

ΔH = (1.12/2)=0.56, mts.

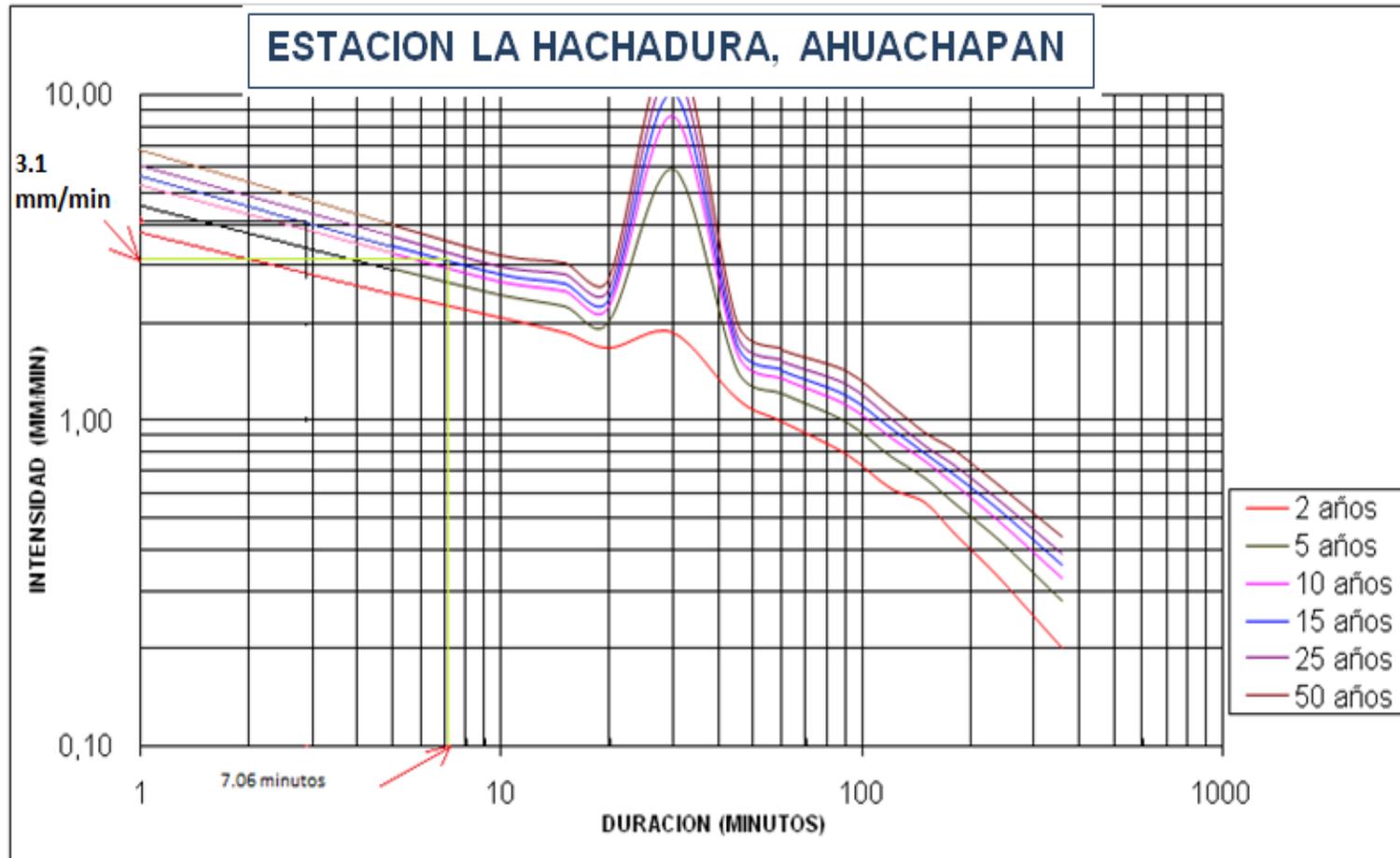
$$T_c = \frac{(\sqrt{0.001324072}) + 1.50 * 0.02248}{0.8 (\sqrt{0.56})}$$

$$T_c = 0.1171 \text{ horas.}$$

$$T_c = 7.026 \text{ minutos.}$$

Con este tiempo de concentración (T_c) nos vamos al grafico de la **Figura 5.15**, para calcular la intensidad en mm/min. Por medio de las curvas IDF.

Figura 5.15. Calculo de I, por medio de las Curvas ID.



$$Q = CIA$$

Donde:

C = Coeficiente de Escorrentía, según sea la superficie.

I = Intensidad en mm/min.

A = Área en m².

Factor de conversión a m³/seg = 1.67E⁻⁵.

Utilizando los siguientes valores:

C = 0.9, mampostería de Piedra.

I = 3.1 mm/min

A = 1,324.072 m².

$$Q = (0.9) * (3.1 \text{ mm/min}) * (1324.072 \text{ m}^2) * (1.67 \text{ E}^{-5})$$

$$Q = 0.0616924866 \text{ m}^3/\text{seg} \quad (\text{caudal para medio patio}).$$

- Calculando “h” de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * S^{1/2} * \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} * h^2 \frac{(2 - \text{sen } \alpha)}{\cos \alpha}$$

$$0.0616924866 = \left(\frac{1}{0.015}\right) * (0.05)^{1/2} * (h/2)^{2/3} * h^2 \frac{(2 - \text{sen } 30)}{\cos 30}$$

$$h = 0.1236 \text{ mts.}$$

$$h = \text{Aproximadamente} = 0.13 \text{ mts.}$$

Por procesos constructivos se diseñaran de h= 0.25 mts.

- Cálculo de la Sección Transversal.

$$A = (0.25)^2 \frac{(2 - \text{sen } 30)}{\cos 30}$$

$$A = 0.1082 \text{ m}^2, \text{ se aproximara a } = 0.11 \text{ m}^2.$$

El área de la sección transversal a construir será de 0.15 m².

- Cálculo de la Base de fondo “b”.

$$b = A/h - h \operatorname{tg} \alpha$$

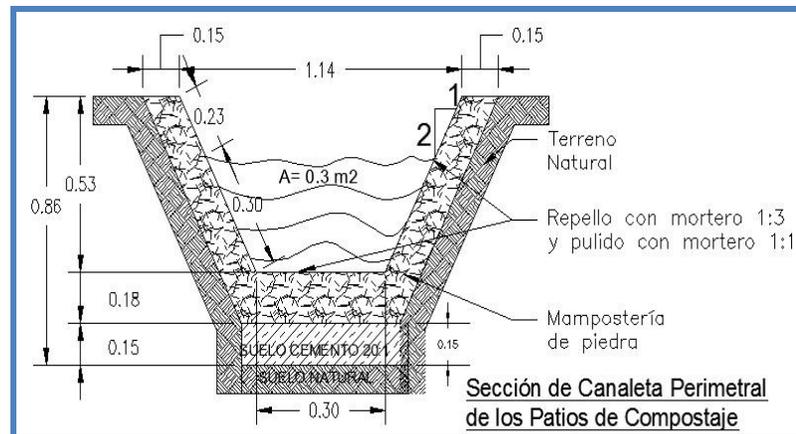
$$b = (0.11/0.25) - (0.25 \cdot \operatorname{tg} 30) = 0.295662 \text{ mts}; \text{ aproximadamente } 0.3 \text{ mts.}$$

- Calculo de la longitud del talud “l”

$$l = h / \cos \alpha.$$

$$l = 0.25 / \cos 30 = 0.288675 \text{ mts} < \text{ aproximadamente } 0.3 \text{ mts.}$$

Figura 5.16 Esquema de Canaleta Perimetral.



5.3 DISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACION

Las lagunas son la alternativa más económica entre las opciones consideradas para el tratamiento de los líquidos lixiviados, y además es un proceso muy eficaz. Los costos de inversión son muy bajos, y casi no existen costos operativos. Una de las alternativas más comunes de este tipo, son las “Lagunas de estabilización”.

Se entiende por lagunas de estabilización, los estanques construidos en tierra, de poca profundidad y periodos de retención considerable. En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos,

conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. Generalmente se necesita un área muy extendida para asegurar un buen tratamiento de las aguas lixiviadas, es por eso que algunos criterios de diseño consideran que para la laguna es necesario un tiempo de retención entre 30 y 50 días (menos en un clima caliente, más en un clima frío).

Para la planta de compostaje, se construirán tres lagunas, la primera será de sedimentación antes de las otras dos lagunas. La mayoría de las partículas sólidas (materia suspendida) se retendrán en esta laguna que deberá ser vaciada cada mes o cada dos meses. Un tiempo de retención de 1 hora es suficiente para esta laguna (se construirá con una profundidad de 1.5 m). Con un pre-tratamiento físico, se puede también reducir el tiempo de retención necesario para remover los contaminantes. Luego del tanque sedimentador se construirán las otras dos lagunas para mejorar la estabilización de los líquidos percolados.

Los parámetros que se utilizaran para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de los líquidos lixiviados son : la demanda bioquímica de oxígeno(DBO) que caracteriza la carga orgánica, el numero mas probable de coliformes fecales que caracteriza la contaminación microbiológica y los sólidos disueltos en suspensión.

Para el diseño se procedera de la siguiente forma:

- Calculo del Caudal medio de Lixiviados.

$Q = 75\%$ Precipitación promedio anual x área de dos patios.

En esta ecuación se utiliza el 75% de las precipitaciones, ya que se trata de una planta de compostaje, no así, para un relleno sanitario, quienes consideran porcentajes menores de Precipitación anual.

Precipitación Media Anual: $1630 \text{ mm}^{20} = 1.63 \text{ m}$.

$A = 5,106.9 \text{ m}^2$.

$Q = 0.75 \times 1.63 \text{ m} \times 5,106.9 \text{ m}^2$.

$Q = 6,243.18 \text{ m}^3/\text{año}$.

$Q = 17.10 \text{ m}^3/\text{día}$.

- Carga Superficial Máxima.

Se utilizará la ecuación de flujo disperso para obtener la carga superficial máxima, aplicable a la laguna para no producir problemas de falta de oxígeno en el proceso.

$$Csm = 357.4 \times 1.085^{(T-20)}$$

Donde:

Csm : Carga Superficial Máxima.

T : Temperatura del agua en invierno (20°C).

$Csm = 357.4 \text{ kg DBO}_5/\text{ha-día}$.

- Área de las lagunas.

El área requerida se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_F = \frac{10 \cdot L_A \cdot Q_{med}}{CMS}$$

Donde:

A_F : Área de la laguna facultativa, m^2 .

L_A : Concentración promedia de DBO_5 en el afluente, $\text{mg/L} = 2000 \text{ mg/L}^{21}$.

Q_{med} : Caudal promedio, $\text{m}^3/\text{día} = 17.1 \text{ m}^3/\text{día}$.

CMS : Carga superficial máxima, $\text{kg DBO}_5/\text{ha-día}$.

²⁰ Fuente: Centro Nacional de Estudios Territoriales, SNET.

²¹ Treatment of Landfill Leachate using Activated Sludge, Carmen V. Droppelmann.

$$A_F = \frac{10 * 2000 * 17.1}{357.4} = 956.91 \text{ m}^2$$

- Dimensiones del área de las lagunas facultativas:

Se calcula el volumen de la laguna facultativa, V_F , de la siguiente ecuación desarrollada para una laguna con taludes interiores inclinados (U.S. EPA, Agencia de Protección Ambiental de EE.UU, 1983), lo que es realmente la ecuación para el volumen de un prismoide:

$$V_F = \frac{P}{6} * [(l * a) + (l - 2iP)(a - 2iP) + 4 * (l - iP)(a - iP)]$$

Donde:

V_F : volumen de la laguna facultativa, m^3 .

P : la profundidad de la laguna, m.

l : largo de la laguna, m.

a : ancho de la laguna, m.

i : la relación horizontal/vertical del talud interior, que es normalmente de 3/1.

Como:

$$l = 3.a$$

$$a = l/3$$

$$A_F = a.l$$

$$A_F = (l/3).l$$

$$A_F = l^2/3$$

$$l = \sqrt{3.A_F}$$

Entonces:

$$l = \sqrt{(3 * 956.91)}$$

$l = 53.57$ mts., aproximadamente 54 mts.

$a = (53.57/3) = 17.85$ mts; aproximadamente 18 mts.

Además se recomienda una profundidad de 1.8 a 2.0 metros en las lagunas facultativas para mantener condiciones aeróbicas en el primer metro de profundidad y tener espacio por abajo para la acumulación de lodos. La profundidad más utilizada es 1.8 metros.

Se recomienda una relación de largo a ancho en lagunas facultativas de por los menos 2/1 y preferiblemente 3/1 para modelar flujo de tipo pistón.

Sustituyendo:

$$V_F = \frac{1.8}{6} * [(54 * 18) + (54 - 2 * 3 * 1.8)(18 - 2 * 3 * 1.8) + 4 * (54 - 3 * 1.8)(18 - 3 * 1.8)]$$

$$V_F = 1,119.74 \text{ m}^3.$$

- Tiempo de retención hidráulica:

$$TRH_F = \frac{V_F}{Q_{med}}$$

Donde:

TRHF = tiempo de retención hidráulica de la laguna facultativa, días.

VF = volumen de laguna facultativa, m³.

Q = Caudal medio de lixiviado, m³/ días.

$$TRH_F = \frac{1,119.74 \text{ m}^3}{17.1 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$TRH_F = 65.48 = 66 \text{ días.}$$

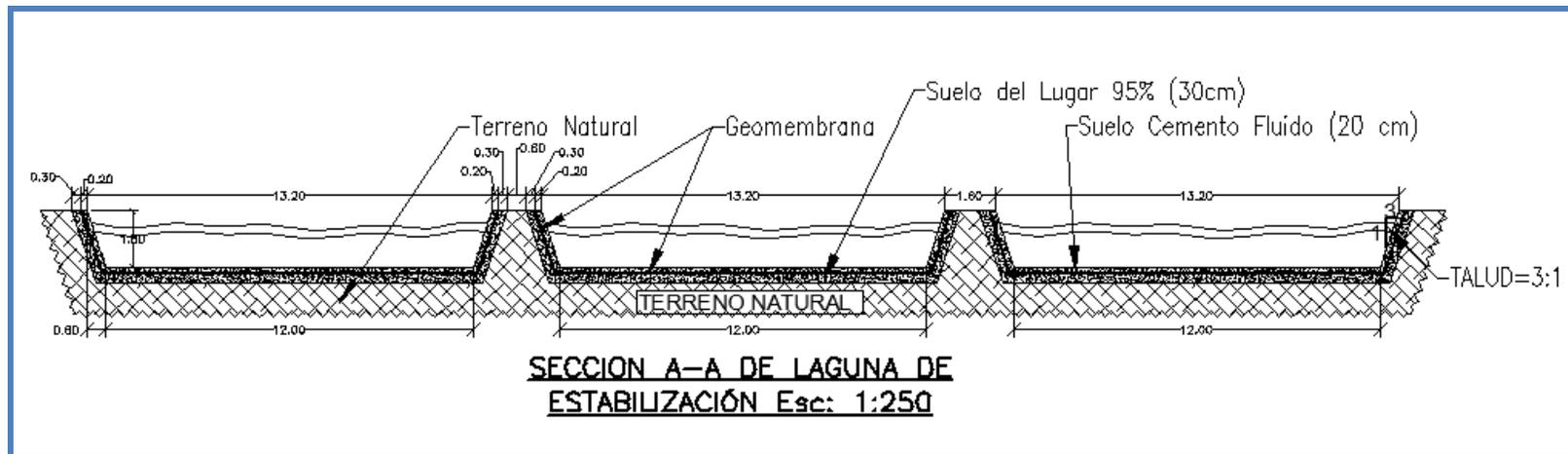
Como se tiene un volumen de: $V_F = 1,119.74 \text{ m}^3$ luego, para tres lagunas tenemos:

$$V = \frac{1,119.74 \text{ m}^3}{3}$$

$$V = 373.25 \text{ m}^3.$$

Entonces cada laguna tendrá un volumen mínimo de: 373.25 m³, con dimensiones de 12 mts de ancho y 36 mts de largo, ver **Figura 5.15**.

Figura 5.17. Dimensiones de laguna de estabilización.



5.3.1 DISEÑO DE TUBERIA

DIMENSIONES DE TUBERIA.

Utilizando la formula de Manning.

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S$$

Donde:

Q = Caudal en m³/seg.

D= Diámetro en m.

S= Pendiente.

n= coeficiente de rugosidad de Manning.

Q = (0.0616924866*4)=0.247 m³/seg (caudal para dos patios).

S = 15%.

n= 0.009 (PVC y polietileno de alta densidad).

D= Diámetro en mts.

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$$

Despejando D se tiene:

$$D = \left(\frac{Qn}{0.312 * S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{(0.247)(0.009)}{0.312 * (0.15)^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$D = 0.22 \text{ m} = 22\text{cm} = 8.66'' = 9''.$$

DIAMETRO COMERCIAL A UTILIZAR TUBO PVC DE 12", por cuestiones de mercado.

5.4 DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL

A continuación se presenta una breve descripción de la metodología utilizada en el diseño del sistema de drenaje pluvial para la Planta de compostaje.

Procedimiento y su respectiva memoria de cálculo.

Los datos y formulas empleadas para este diseño se presentan a continuación.

TABLA 5.8. Relaciones Hidráulicas para Secciones Rectangulares.

Área A	Perímetro mojado	Radio Hidráulico R	Profundidad Hidráulica D	Ancho T	Factor de sección	Borde libre
by	b + 2y	$\frac{by}{b + 2y}$	Y	b	$Z=by^{1.5}$	BL

Fuente: Hidráulica de Canales de Ven Te Chow pág. #21.

Figura 5.18. Sección Rectangular.



Formula de Mannig tomada del libro, HIDRÁULICA DE CANALES DE VEN TE CHOW. Pág. #97:

$$Q = \frac{R^{2/3} S^{1/2} A}{n}$$

Formula de orificios tomada del MANUAL DE HIDRÁULICA DE ACEVEDO NETO Pág. #59:

$$Q = CdAo\sqrt{2gH}$$

Fórmula para encontrar el tiempo de concentración tomada del MANUAL DE HIDRAULICA DE ACEVEDO NETO Pág. #534. Para cuencas pequeñas se utiliza la Ecuación de Giandotti que se muestra a continuación:

$$T_c = \frac{\sqrt{A} + 1.5Lc}{0.8\sqrt{\Delta H}}$$

Fórmula para encontrar el índice de frecuencia, tomada del MANUAL DE HIDRAULICA DE ACEVEDO NETO Pág. #535.

$$F = \left(\frac{m}{n+1} \right) * 100$$

TABLA 5.9. COEFICIENTES DE ESCORRENTIA.

TIPO DE ÁREA (Residencial)	COEFICIENTE "C"
Áreas múltiples familiares	0.30 – 0.50
Unidades múltiples familiares	0.40 – 0.60
Unidades múltiples conectadas	0.60 – 0.75
Áreas departamentales	0.50 – 0.70
TECHOS	0.75 – 0.95

Fuente: Hidráulica de Canales de Ven Te Chow.

TABLA 5.10. Coeficiente de Escorrentía para Techo Zinc alum.

MINIMO	MEDIO	MAXIMO
0.85	0.9	0.95

Fuente: Tomados del documento (PDF) de la comisión estatal de aguas (CEA) de Querétaro, México.

TABLA 5.11. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNIG

MATERIAL	n
PVC y polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto Cemento	0.010
Hierro fundido nuevo	0.013
Hierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.016
Mampostería de con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento a base de epoxy	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

Fuente: Valores tomados del libro de hidráulica de canales abiertos de **VEN TE CHOW**, Pág. # 108 a #111.

5.4.1 CALCULOS PARA EL DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL

1. A continuación se presentan los datos generales de la estación meteorológica:

5.4.1.1 INFORME CLIMATOLOGICO DE LA ESTACION LA HACHADURA.

La estación de la Hachadura se encuentra en las instalaciones de la Aduana a la par del Río Paz, en el litoral costero del Municipio de San Francisco Menéndez en la región occidental del país, está caracterizada por terrenos semiplanos, con suelos aluviales y, arenosos, zona urbana con cultivos variados en los alrededores.

La región donde se ubica la estación se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como “Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente” (0 – 800 msnm) la elevación es determinante (30 msnm).

Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “Bosque húmedo subtropical” (con biotemperatura < 24°C, pero con temperatura del aire, medio anuales > 24 °C).

Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte, durante la estación seca y del suroeste al inicio de la estación lluviosa, la brisa marina ocurre después del mediodía, la velocidad promedio anual es de 10 km/h.

Ahora se presenta un cuadro resumen con promedios mensuales de las variables más importantes:

ESTACION	: LA HACHADURA.
INDICE	: H-14.
DEPARTAMENTO	: AHUACHAPAN.
LATITUD NORTE	: 13 ⁰ 51”6’
LONGITUD OESTE	: 90 ⁰ 5”4’
ELEVACION	: 30 msnm.

Tabla 5.12 Variables más importantes de la estación meteorológica de la Hachadura.

PARAMETROS/MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Máxima Promedio °C	35.1	35.7	36.4	36.9	35.7	34.4	34.6	34.6	33.6	33.9	34.7	35.0
Temperatura Mínima Promedio °C	22.3	22.3	23.3	24.3	24.1	23.6	23.4	23.2	22.9	23.0	23.2	22.6
Temperatura Promedio °C	27.1	27.3	28.1	29.0	28.5	27.4	27.3	27.2	26.5	26.9	27.3	26.7
Temperatura Mínima Absoluta °C	9.4	8.7	9.0	12.1	10.5	11.3	15.0	16.5	15.0	14.5	13.5	10.8
Temperatura Máxima Absoluta °C	39.6	47.0	41.2	42.2	45.0	40.2	42.9	42.1	39.7	39.9	41.2	40.0
Temperatura Humeda Promedio °C	22.3	22.6	23.5	24.5	24.8	24.5	24.3	24.3	24.0	24.0	23.3	22.6
Humedad Relativa %	66	65	67	67	72	79	77	78	81	78	71	66
Nubosidad en /10	2.2	2.2	2.9	3.9	5.3	6.4	5.7	6.1	6.7	5.8	3.3	2.5
Veloc. Viento Escala Beaufort	2.9	2.8	2.0	2.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.8	2.3	2.6
Dirección del Viento	N	N	N	SW	S	N	N	N	N	N	N	N
Precipitación	1.4	1.5	4.6	39.2	142.2	295.4	238.8	259.9	305.5	166.2	52.7	2.1
Evapotranspiración	152	151	183	189	189	165	173	168	153	152	144	145

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales,
Servicio Meteorológico Nacional CIAGRO.

Tabla 5.13. Intensidad de Precipitación Máxima Anual (Absoluta)
En mm/minuto para diferentes periodos.

AÑO	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
1970	3,62	3,21	2,84	2,30	1,87	1,60	1,29	1,24	0,56	0,55	0,41	0,40	0,13
1971	2,48	2,22	2,07	1,88	1,59	1,28	1,10	0,83	0,59	0,59	0,48	0,36	0,08
1972	2,20	1,72	1,41	1,24	0,94	0,70	0,67	0,56	0,46	0,38	0,32	0,30	0,11
1973	3,32	2,26	1,93	1,88	1,58	1,40	1,26	1,16	1,03	0,56	0,48	0,44	0,18
1974	3,68	2,67	2,45	2,25	1,70	1,31	1,18	0,65	0,56	0,76	0,23	0,18	0,14
1975	2,18	1,90	1,75	1,61	1,19	0,80	0,64	0,52	0,45	0,57	0,51	0,38	0,27
1976	2,06	1,59	1,29	1,24	1,16	1,00	0,90	0,73	0,56	0,59	0,57	0,22	0,17
1977	2,22	2,01	1,73	1,54	1,43	1,30	1,15	0,90	0,76	0,62	0,54	0,49	0,23
1978	2,1	1,76	1,45	1,24	1,03	0,88	0,76	0,68	0,61	0,51	0,44	0,36	0,26
1979	2,56	1,91	1,62	1,34	1,27	1,32	1,12	0,94	0,81	0,80	0,73	0,56	0,38
1980	2,02	1,92	1,78	1,67	1,35	1,10	0,98	0,70	0,54	0,45	0,38	0,28	0,18
1981	2,56	2,33	2,36	2,20	2,16	1,54	1,17	0,79	0,59	0,48	0,40	0,30	0,20
1982	2,40	2,12	1,90	1,56	1,18	0,92	0,74	0,57	0,46	0,41	0,36	0,33	0,28
1983	2,66	2,36	2,26	2,06	1,66	1,38	1,22	1,05	0,91	0,75	0,63	0,50	0,34
1984	2,20	2,10	2,07	2,05	19,20	1,68	1,39	1,05	0,81	0,66	0,55	0,20	0,15

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales,
Servicio Meteorológico Nacional CIAGRO.

Se utilizo una hoja de cálculo de Excel para graficar las IDF. A continuación se muestran los respectivos datos y la grafica.

Tabla 5.14. Intensidades de Precipitación Máxima Anual (Absoluta), con sus Respectivos Datos de Media, Desviación Estándar, Valores Máximos y Mínimos

AÑO	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
1970	3,62	3,21	2,84	2,30	1,87	1,60	1,29	1,24	0,56	0,55	0,41	0,40	0,13
1971	2,48	2,22	2,07	1,88	1,59	1,28	1,10	0,83	0,59	0,59	0,48	0,36	0,08
1972	2,20	1,72	1,41	1,24	0,94	0,70	0,67	0,56	0,46	0,38	0,32	0,30	0,11
1973	3,32	2,26	1,93	1,88	1,58	1,40	1,26	1,16	1,03	0,56	0,48	0,44	0,18
1974	3,68	2,67	2,45	2,25	1,70	1,31	1,18	0,65	0,56	0,76	0,23	0,18	0,14
1975	2,18	1,90	1,75	1,61	1,19	0,80	0,64	0,52	0,45	0,57	0,51	0,38	0,27
1976	2,06	1,59	1,29	1,24	1,16	1,00	0,90	0,73	0,56	0,59	0,57	0,22	0,17
1977	2,22	2,01	1,73	1,54	1,43	1,30	1,15	0,90	0,76	0,62	0,54	0,49	0,23
1978	2,10	1,76	1,45	1,24	1,03	0,88	0,76	0,68	0,61	0,51	0,44	0,36	0,26
1979	2,56	1,91	1,62	1,34	1,27	1,32	1,12	0,94	0,81	0,80	0,73	0,56	0,38
1980	2,02	1,92	1,78	1,67	1,35	1,10	0,98	0,70	0,54	0,45	0,38	0,28	0,18
1981	2,56	2,33	2,36	2,20	2,16	1,54	1,17	0,79	0,59	0,48	0,40	0,30	0,20
1982	2,40	2,12	1,90	1,56	1,18	0,92	0,74	0,57	0,46	0,41	0,36	0,33	0,28
1983	2,66	2,36	2,26	2,06	1,66	1,38	1,22	1,05	0,91	0,75	0,63	0,50	0,34
1984	2,20	2,10	2,07	2,05	19,20	1,68	1,39	1,05	0,81	0,66	0,55	0,20	0,15
PROMEDIO	2,55	2,14	1,93	1,74	2,62	1,21	1,04	0,82	0,65	0,58	0,47	0,35	0,21
DESVIACION	0,55	0,41	0,43	0,38	4,60	0,30	0,24	0,23	0,18	0,13	0,13	0,11	0,09
MAX	3,68	3,21	2,84	2,30	19,20	1,68	1,39	1,24	1,03	0,80	0,73	0,56	0,38
MIN	2,02	1,59	1,29	1,24	0,94	0,70	0,64	0,52	0,45	0,38	0,23	0,18	0,08

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.15 Intensidades Máximas y Mínimas.

PROM.	2,55	2,14	1,93	1,74	2,62	1,21	1,04	0,82	0,65	0,58	0,47	0,35	0,21
DS.	0,55	0,41	0,43	0,38	4,60	0,30	0,24	0,23	0,18	0,13	0,13	0,11	0,09
MAX.	3,68	2,67	2,45	2,25	19,20	1,68	1,39	1,16	1,03	0,80	0,73	0,56	0,38
MIN.	2,02	1,59	1,29	1,24	0,94	0,70	0,64	0,52	0,45	0,38	0,23	0,18	0,08

Fuente: Elaboración Propia.

Ecuación de Gumbel para cada periodo de tiempo:

$$u = (\bar{x} - 0.450047 * \sigma)$$

Donde:

u: Parametro a utilizar en ecuación Gumbel.

\bar{x} : Promedio de las intencidades de precipitación para diferentes periodos.

σ : Desviación estandar de las intencidades de precipitación para diferentes periodos.

$$d = \left(\frac{1}{0.779696 * \sigma} \right)$$

Donde:

d: Parametro a utilizar en ecuación Gumbel.

σ : Desviación estandar de las intencidades de precipitación para diferentes periodos.

Tabla 5.16. Parámetros utilizados para la ecuación de Gumbel.

PARAMETRO	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
u	2,3	1,96	1,74	1,57	0,55	1,07	0,93	0,72	0,57	0,52	0,41	0,3	0,17
d	2,332	3,128	2,98	3,375	0,279	4,28	5,344	5,58	7,125	9,866	9,866	11,66	14,251

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.17. Aplicación de ecuación $X=u-(\text{Ln}(-\text{Ln}Y)/d)$.

VALORES	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
X1	3,26	2,68	2,49	2,24	8,62	1,60	1,35	1,12	0,89	0,75	0,64	0,49	0,33
Y1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
X2	1,94	1,69	1,46	1,32	-2,44	0,87	0,77	0,57	0,45	0,44	0,33	0,23	0,11
Y2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5.18. Datos a Graficar para Obtener las IDF.

PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD (y)	5'	10'	15'	20'	30'	45'	60'	90'	120'	150'	180'	240'	360'
2	0,50	2,46	2,08	1,86	1,68	1,86	1,16	1,00	0,79	0,62	0,56	0,45	0,33	0,20
5	0,80	2,94	2,44	2,24	2,01	5,93	1,42	1,21	0,99	0,78	0,67	0,56	0,43	0,28
10	0,90	3,26	2,68	2,49	2,24	8,62	1,60	1,35	1,12	0,89	0,75	0,64	0,49	0,33
15	0,93	3,45	2,81	2,64	2,36	10,13	1,70	1,43	1,20	0,95	0,79	0,68	0,53	0,36
25	0,96	3,67	2,98	2,81	2,52	12,01	1,82	1,53	1,29	1,02	0,84	0,73	0,57	0,39
50	0,98	3,97	3,21	3,05	2,73	14,54	1,98	1,66	1,42	1,12	0,92	0,81	0,63	0,44

Fuente: Elaboración Propia.

Curvas IDF: Son la representación grafica de la relación existente entre la intensidad, la duración y la frecuencia o periodo de retorno de la precipitación. El periodo de retorno T o periodo de diseño para este proyecto es de 15 años (Ver **Tabla 5.19**).

Tabla 5.19 Datos de Intensidad (Mm/Min) por Año y Duración de Lluvia.

DURACION	2 años	5 años	10 años	15 años	25 años	50 años
5	2,46	2,94	3,26	3,45	3,67	3,97
10	2,08	2,44	2,68	2,81	2,98	3,21
15	1,86	2,24	2,49	2,64	2,81	3,05
20	1,68	2,01	2,24	2,36	2,52	2,73
30	1,86	5,93	8,62	10,13	12,01	14,54
45	1,16	1,42	1,60	1,70	1,82	1,98
60	1,00	1,21	1,35	1,43	1,53	1,66
90	0,79	0,99	1,12	1,20	1,29	1,42
120	0,62	0,78	0,89	0,95	1,02	1,12
150	0,56	0,67	0,75	0,79	0,84	0,92
180	0,45	0,56	0,64	0,68	0,73	0,81
240	0,33	0,43	0,49	0,53	0,57	0,63
360	0,20	0,28	0,33	0,36	0,39	0,44

Fuente: Elaboración Propia.

En la **Figura 5.19** se muestran las Curvas IDF para la Estación Meteorológica de la Hachadura.

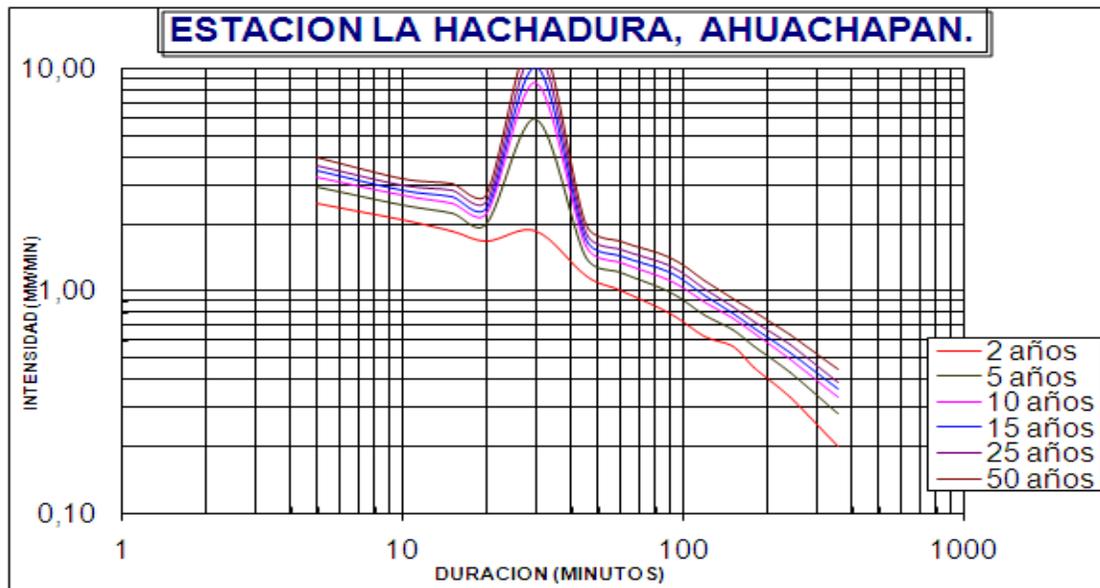


Figura 5.19. Curvas IDF, para la Estación Meteorológica de La Hachadura.

2. Calcular el tiempo de concentración **T_c**.

NOTA: El diseño de canales y bajadas de agua se realizara para una media agua de la Bodega de Compost. El Resto de canales se diseñaron de igual forma.

Los datos para calcular el T_c son los siguientes:

Área del Techo = 255.6 m² (Ver Anexo 7, Planta Estructural de Techos 22/24).

$$A = 0.0002556 \text{ km}^2.$$

$$L_c = 8.14 \text{ mts.}$$

$$L_c = 0.00814 \text{ Km.}$$

$$\Delta H = \left(\frac{H_F - H_I}{2} \right)$$

$$\Delta H = \left(\frac{4.06 - 3}{2} \right) = 0.53 \text{ mts.}$$

$$T_c = \frac{(\sqrt{A}) + 1.5 L_c}{0.8 (\sqrt{\Delta H})}$$

$$T_c = \frac{(\sqrt{0.0002556}) + 1.5 * 0.00814}{0.8 (\sqrt{0.53})}$$

$T_c = 0.04841$ horas

$T_c = 2.9$ minutos.

3. Calculando la Intensidad de Diseño: El valor es mayor a la duración mínima, pero esto se soluciona extendiendo la grafica IDF hasta el tiempo de duración de 2.90min (Ver **Figura 2.20**).
4. Calcular el caudal con la ecuación racional $Q= CIA$. Donde C es el coeficiente de escorrentía a usar, I es la intensidad de diseño en mm/min, A es el área tributaria de una media agua del techo en estudio en m^2 .

DATOS:

$C = 0.95$ para techo Zin Calum.

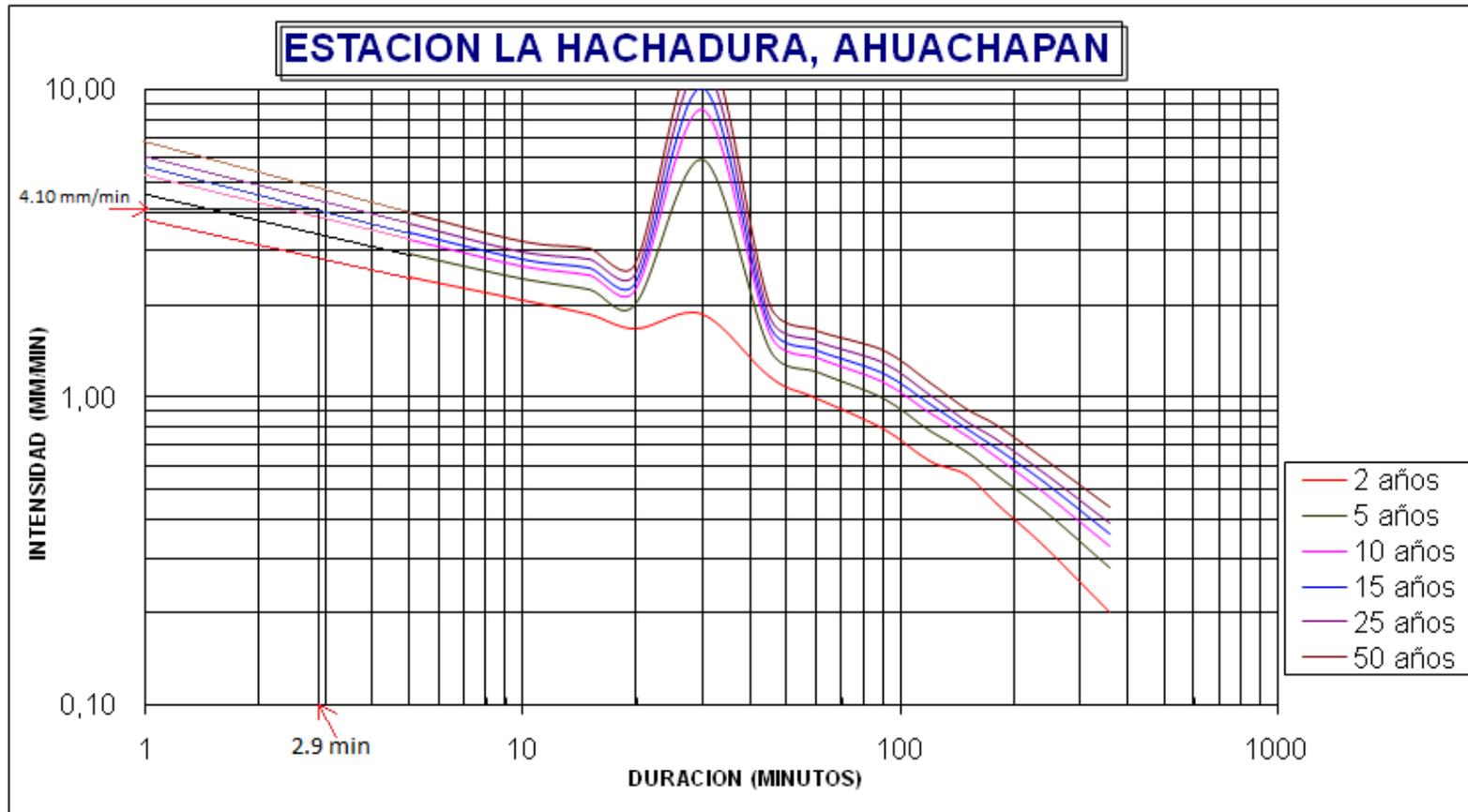
$I = 4.10$ mm/min.

$A = 255.6$ m^2 .

Factor de conversión a $m^3/seg = 1.67E^{-5}$.

$Q = (0.95) * (4.10 \text{ mm/min}) * (255.6 \text{ m}^2) * (1.67E^{-5})$.

$Q = 0.016625885$ m^3/seg .



Fi

gura 5.20. Calculo de Intensidad utilizando las Curvas de IDF, obtenido con el valor $T_c = 2.9$ min.

5.4.1.2 CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL PARA UNA MEDIA AGUA DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE.

Con la formula de Manning para canales abiertos, determinar las dimensiones del canal. Este tendrá una sección transversal rectangular, para esto se utilizarán las relaciones hidráulicas para una sección rectangular (Ver **Tabla 5.8** “Relaciones Hidraulicas para secciones rectangulaes”).

DATOS:

$$A = by$$

BL = Borde libre

$$S \text{ (pendiente del techo en estudio)} = 15\% = 0.15 \text{ mts.}$$

$$n \text{ para acero galvanizado} = 0.014.$$

$$R = \frac{by}{b + 2y}$$

$$Q = \frac{(R^{2/3})(S^{1/2})A}{n}$$

Sustituyendo los valores en la formula de Manning para dejar en función de las dimensiones (y,b) del canal, tenemos lo siguiente:

$$Q = \frac{(R^{2/3})(S^{1/2})A}{n}$$

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = \left[\frac{by}{b + 2y} \right]^{2/3} * by$$

Asumiremos que la profundidad $y = (2/3)b$, para sustituir en la formula y así dejar la ecuación de Manning en función de b:

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = 0.264566b^{8/3}$$

$$\frac{(0.016625885 \text{ m}^3/\text{s}) 0.014}{0.15^{1/2}} = 0.289198949b^{8/3}$$

Despejando $b = 0.098656663\text{m}$, 9.8 cm. Pero por procesos constructivos se utilizará 15 cm.

$Y = (2/3)b = (2/3) 0.098656663\text{m} = 0.0657 \text{ m} = 6.6 \text{ cm}$, Se utilizara 10 cm, por proceso constructivos.

Por lo tanto el área hidráulica del canal es:

$$A = (9.8)(6.8) = 66.64 \text{ cm}^2.$$

Se asignara un borde libre de (BL) de: $BL = 5 \text{ cm}$.

5.4.1.3 CALCULO DE LA TUBERIA DE CAIDA PARA EL CANAL DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE.

Utilizando la formula de orificios, para el cálculo de la tubería de caída:

$$Q = C_d A_o \sqrt{2gH}$$

DATOS:

$C_d = 0.62$ (Valor tomado del Manual de hidráulica de Acevedo Neto, pág. No. 55; Valor medio generalmente utilizado en problemas prácticos).

$$H = 10 \text{ cm}$$

$$Q = 0.016625885 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

$$A_o = ?$$

$$A_o = \frac{Q}{C_d \sqrt{2gH}}$$

Sustituyendo los valores correspondientes tenemos.

$$A_o = \frac{0.016625885}{0.62 * \sqrt{2 * 9.81 * 0.1}}$$

$$A_o = 0.019 \text{ m}^2$$

Para tuberías circulares el área es $\pi d^2/4$ igualando esto con el valor de A_o y despejando el diámetro tenemos. $\pi = 3.1416$.

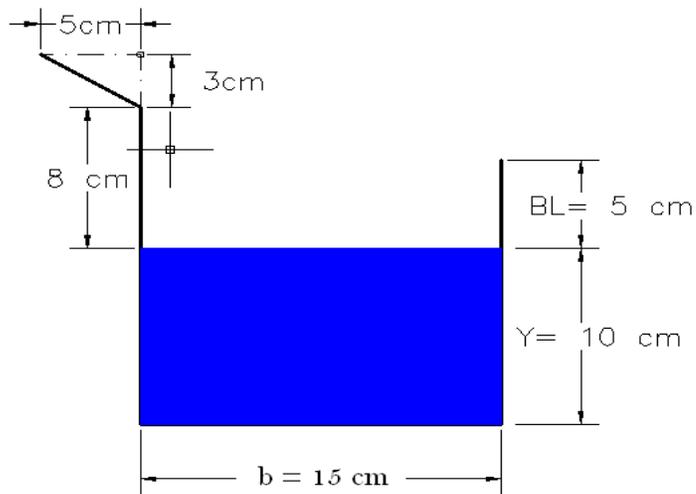
$$D = \sqrt{\frac{(0.019468249) * 4}{3.1416}}$$

$$D = 0.155\text{m} = 15.50\text{cm} = 6''$$

Usaremos un tubo de PVC diametro de 4" para drenaje, por que la caida será distribuida en 4 bajadas.

SECCION DEL CANAL DISEÑADO PARA UNA MEDIA AGUA DE LA BODEGA DE COMPOSTAJE

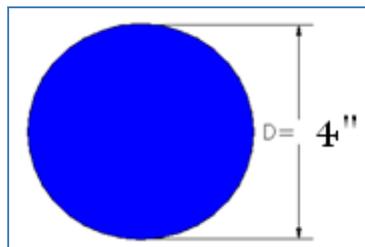
Figura 5.21. Sección de Canal



Propuesto.

Sección de Canal Diseñado: Con una longitud = 31.40 mts, Pendiente del Techo = 15%, Material Lamina Lisa Galvanizada.

Figura 5.22. Sección de la Tubería de Caída.



Altura de caída es de 2.83 mts, Material PVC.

5.5 DISEÑO DE POLIN C (MARCA METALCO, DE HIERRO NEGRO).

A continuación se presenta el diseño de polín C de la marca “Metalco”, específicamente para la estructura del techo de la bodega de almacenamiento de compost. El resto de polines han sido diseñados de igual forma.

DATOS:

Longitud de Polín = 5.9 mts

Distancia entre polines = 1.19 mts.

Cargas de Diseño:

✓ Cargas Muertas CM:

Carga de Instalaciones Eléctricas = $(3 \text{ kg/m}^2) (1.0 \text{ m})$ = 3.00 kg/m

Peso de Laminas Zinc Alum = 5.61 kg/m = 5.61 kg/m

Carga Distribuida sobre el Polín (Sumatoria) = 8.61 kg/m

Peso propio del polín = 7.86 kg/m

= 16.47 kg/m.

En el caso del peso propio del polín, se consideró el de mayor peso.

✓ Carga Viva CV:

Según el Reglamento de Seguridad Estructural.

$WL = 20 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.0 \text{ m} = 20 \text{ kg/m}$.

Y 100 kg de carga de montaje.

El valor de la carga viva se estipula de acuerdo al Reglamento de Seguridad Estructural. Para cubiertas y azoteas con pendientes mayores al 5%, tomar 20 kg/cm^2 .

La carga de montaje $P = 100 \text{ kg}$ se debe considerar en puntos críticos, en este caso en el centro del claro del polín.

Análisis: De acuerdo a las deformaciones, el elemento se ve sometido a un efecto de flexión, los polines se consideran como elementos simplemente apoyados en los extremos. El momento de flexión se dará al centro del

elemento para una carga uniformemente distribuida, por lo que se considera la carga de montaje al centro.

5.5.1 CALCULO DEL MOMENTO DE FLEXION MAXIMO PARA EL POLIN C.

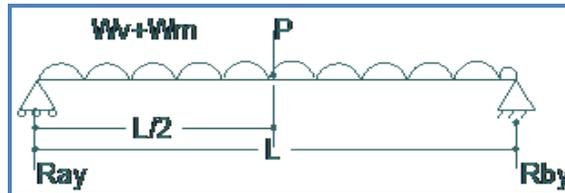


Figura 5.23 Representación grafica de las cargas que soporta el polín.

Encontrando las reacciones se tiene:

$$\sum M_a = 0$$

$$R_{by} \cdot L - P \cdot L/2 - W \cdot L(L/2) = 0$$

$$R_{by} = P/2 - WL/2$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{by} - P - WL + R_{ay} = 0$$

$$R_{ay} = P/2 + WL/2$$

Se realiza un corte para poder determinar el momento flexionante máximo que se genera.

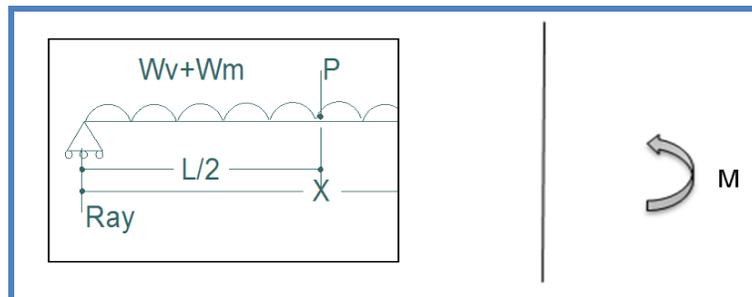


Figura 5.24 Corte para determinar el momento flexionante máximo.

Sumatoria de momento con respecto al corte:

$$M = P \cdot X - P \cdot L/2 + W \cdot (X^2)/2 - P \cdot X/2 - W \cdot L \cdot X/2 \quad \text{SI } X = L/2 \quad M = PL/4 + ((WL^2)/8).$$

Cálculo del momento flexionante para el polín C, con las cargas de diseño.

Para calcular la carga total y el momento de diseño se utiliza la siguiente fórmula:

$$W_u = 1.6 W_v + 1.2 W_m$$

En donde 1.2 y 1.6 son factores seguridad, para mayorar las cargas W_v (Carga viva) y W_m (carga muerta).

MOMENTO MAXIMO Y CORTANTE MAXIMO DE CARGAS MUERTAS Y VIVAS DEL POLIN C.

Figura 5.25 Momento Máximo de Cargas Muertas.

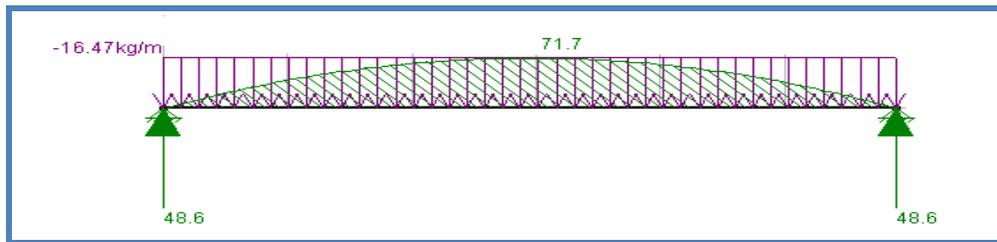


Figura 5.26 Cortante Máximo de Cargas Muertas.

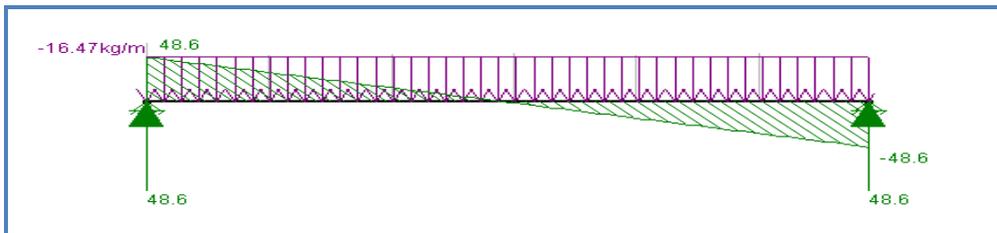
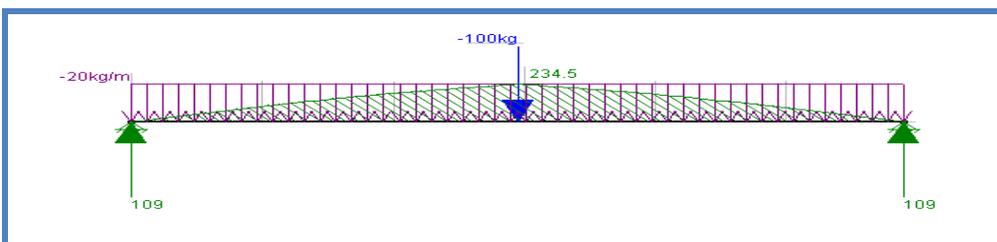


Figura 5.27 Momento Máximo de Cargas Vivas.



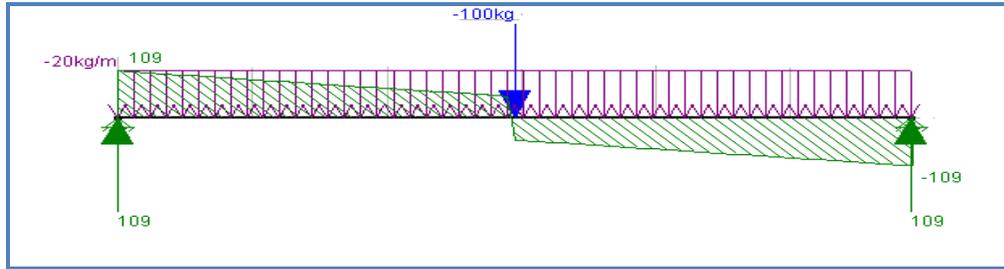


Figura 5.28 Cortante Máximo de Cargas Vivas.

$$\begin{aligned}
 \text{Cargas de diseño} &= 1.2 (74.1\text{kg}\cdot\text{m}) + 1.6 (234.5\text{kg}\cdot\text{m}) \\
 &= 86.04 + 375.20 \\
 &= 461.24 \text{ kg}\cdot\text{m}.
 \end{aligned}$$

Según **Tabla 5.20**. El polín C, que soporta es de 6" chapa 13.

TABLA 5.20. PROPIEDADES DEL POLIN C, (MARCA METALCO, DE HIERRO NEGRO).

CALIBRE	S (cm ³)	Fy (kg/cm ²)	Mn (kg/m)	ΦMn (kg*m)
RTG 0-16,3in	6,93	2310	160,083	144,0747
RTG 1-16,4in	10,57	2310	244,167	219,7503
RTG 1-13,4in	15,3	2310	353,43	318,087
RTG 1-11,4in	19,85	2310	458,535	412,6815
RTG 3-16,6in	17,55	2310	405,405	364,8645
RTG 3-13,6in	25,62	2310	591,822	532,6398
RTG 4-16,8in	25,57	2310	590,667	531,6003
RTG 4-13,8in	37,5	2310	866,25	779,625
RTG 4-11,8in	48,76	2310	1126,356	1013,7204

Fuente: Proveedor DIDELCO.

Revisión por momento.

Propiedades de un polín C de 8" chapa 16. (Según **Tabla 5.20**. PROPIEDADES DEL POLIN C, (MARCA METALCO, DE HIERRO NEGRO).

$$S = 25.57 \text{ cm}^3$$

$$F_y = 2310 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.9$$

$$\phi M_n = \phi S F_y$$

$$= 0.9 * (25.57 \text{ cm}^3)(2310 \text{ kg/cm}^2).$$

$$= 53264 \text{ kg} * \text{cm}.$$

$$= 531.60 \text{ kg} * \text{m} > 461.24 \text{ kg} * \text{m} \text{ OK Cumple, Polin 8 pulgadas. Chapa 16.}$$

Colocar los polines a 1.0 m, de 8 pulgadas. Chapa 16

5.6 DISEÑO DE VIGA MACOMBER

A continuación se diseñará una viga macomber, específicamente la que se encuentra ubicada en la bodega de almacenamiento de compostaje. El resto de las vigas macomber han sido diseñadas de igual forma.

DATOS:

Del diseño de Polín C para área de la bodega de compostaje se tiene:

Longitud de Polines = 5.90 mts.

Separación entre polines = 1.0 mts.

Usar: Polín 8" , Chapa 16".

Pendiente de techo = 15%

Longitud de viga macomber = 11.80 mts.

a) Pre dimensionamiento:

$$h = L/20$$

$$h = (11.80 \text{ m})/20$$

$$h = 0.59 \text{ m}$$

Usar $h = 0.35 \text{ m}$ (Por procesos constructivos).

b) Cargas de Diseño:

Cargas que el polín C transmite a la viga Macomber:

$$\text{Reacciones por carga muerta} = 48.60 \text{ kg} \times 2 = 97.20 \text{ kg.}$$

$$\text{Reacciones por carga viva} = 109.0 \text{ kg} \times 2 = 218.0 \text{ kg.}$$

$$\text{Numero de Polines} = (L/\text{separación}) + 1 = (11.80/1.0) + 1 = 11.80 + 1 = 13 \text{ polines.}$$

MOMENTO MAXIMO Y CORTANTE MAXIMO DE CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE LA VIGA MACOMBER.

Suponiendo el peso propio de la viga de 30 kg/m y una carga de montaje de $P = 200\text{kg}$.

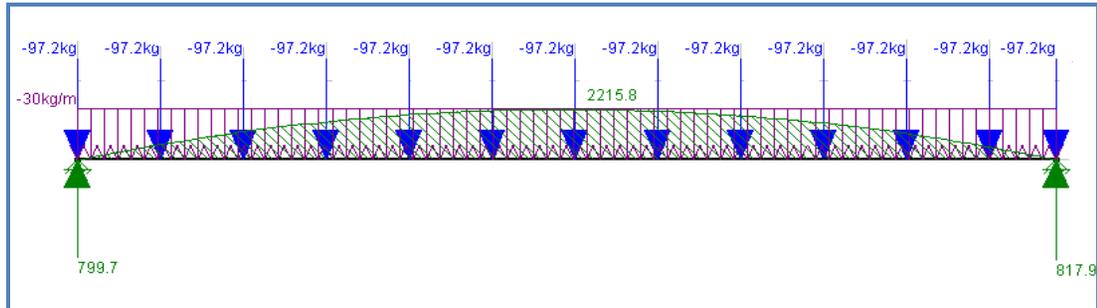


Figura 5.29 Momento Máximo de Cargas Muertas.

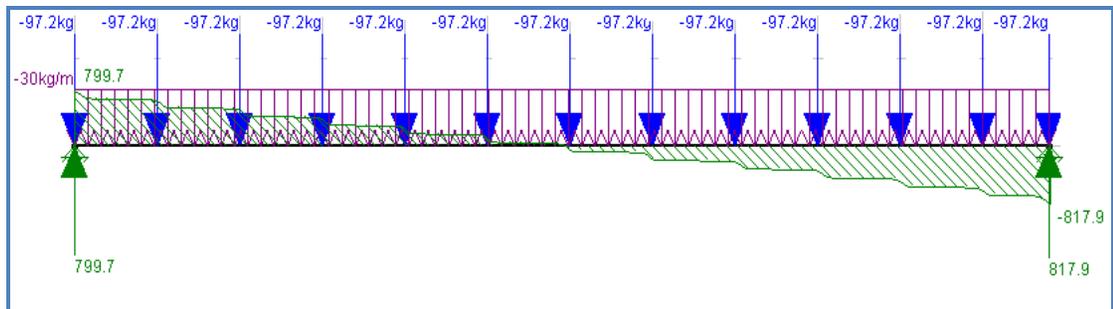


Figura 5.30 Cortante Máximo de Cargas Muertas.

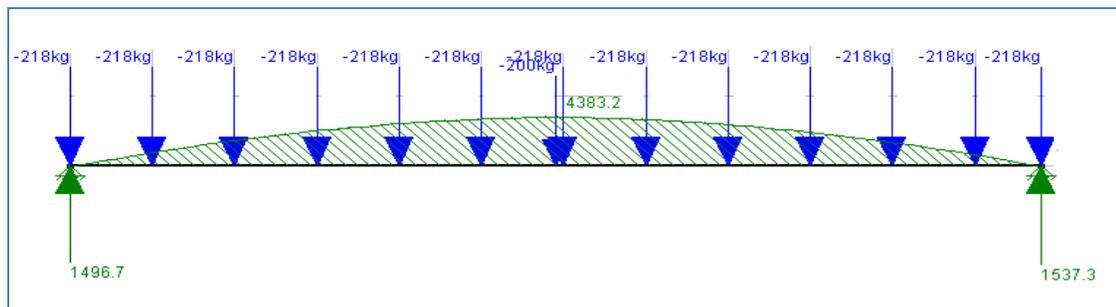


Figura 5.31 Momento Máximo de Cargas Vivas.

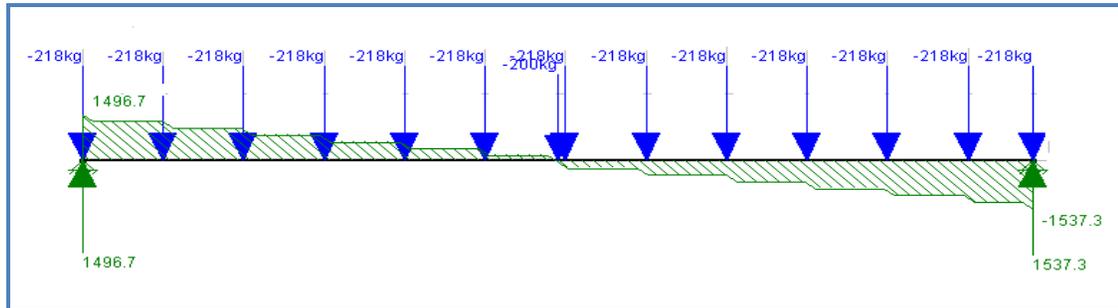


Figura 5.32 Cortante Maximo de Cargas Vivas.

MOMENTO Y CORTANTE MAXIMO EN LA VIGA MACOMBER, DEBIDO A CARGAS DE DISEÑO

Tomado de los gráficos:

MD(muerto) = 2,215.8 kg.m

ML(vivo) = 4,383.20 kg.m

VD(muerto) = 817.9 kg

VL(vivo) = 1,537.3 kg

$$Mu = 1.2MD + 1.6ML$$

$$Mu = 1.2(2,215.8 \text{ kg.m}) + 1.6(4,383.20 \text{ kg.m})$$

$$Mu = 9,672.08 \text{ kg.m.}$$

$$Vu = 1.2VD + 1.6VL$$

$$Vu = 1.2(817.9 \text{ kg}) + 1.6(1,537.3 \text{ kg})$$

$$Vu = 3,441.16 \text{ kg.}$$

Determinado la fuerza de tensión.

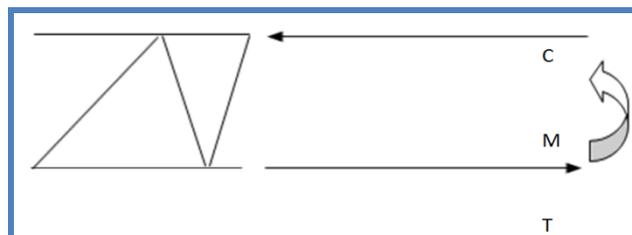


Figura 5.33 Esquema de Fuerza de Tensión.

$$T = M/h = Mu/h$$

$$T = (9,672.08 / 0.35)$$

$$T = 27,634.51 \text{ Kg} = C; \text{ Por equilibrio}$$

Determinación del acero angular necesario.

$$A_s = \frac{T}{0.6 F_y}$$

$$A_s = \frac{(27,634.51 \text{ Kg}) \left(\frac{2.2\text{lb}}{1\text{kg}}\right)}{0.6 (36,000 \text{ lb/in}^2)}$$

$$A_s = 2.81 \text{ in}^2.$$

Área para un angular = 2.81 in².

Para dos angulares = 1.40 in².

Para el acero angular necesario en zona de compresión tomar igual al de tensión.

Entonces según datos del American Institute Steel Construction, entrando con área de 1.40 in² se toma un angular con las siguientes propiedades:

	Long. Altura	Espesor pulg	Área pulg ²	I pulg ⁴	Y pulg	r min pulg
Usar <	2.5 2.5	5/16	1,46	0,849	0,740	0,761

Usar 2 angulares en la zona de tensión y 2 en la zona a compresión.

REVISION DEL DISEÑO

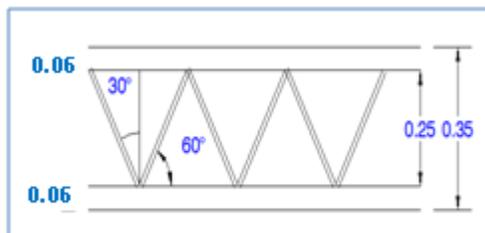


Figura 5.34 Detalle 1, de viga macombero.

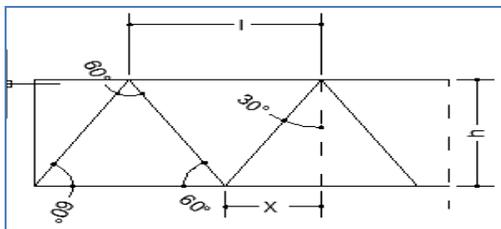


Figura 5.35 Detalle 2, de viga macomber.

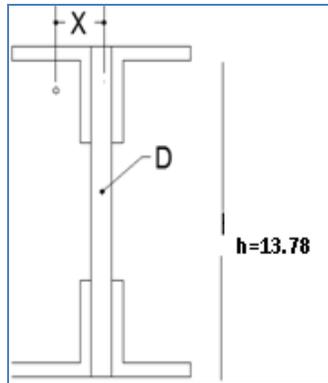


Figura 5.36 Detalle 3, de viga macomber.

$$0.35 \text{ m} = 13.78 \text{ in}$$

Encontrando la longitud no soportada L.

$$L = 2h \tan 30^\circ$$

$$L = 2 (13.78) \tan 30^\circ$$

$$L = 15 \text{ in.}$$

Relación de Esbeltez.

$$\frac{kl}{r} = \frac{(1)(15\text{in})}{0.39} = 38.46$$

$$\lambda_c = \frac{kl}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{38.46}{\pi} \sqrt{\frac{36,000}{29 \times 10^6}} = 0.43 < 1.5$$

Como $\lambda_c < 1.5$ usar $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y$

$$F_{cr} = 0.658^{0.43^2} (36,000) = 33319.03 \text{ lb/in}^2$$

$$T = f_{cr} A_g$$

$$T = (33319.03 \text{ lb/in}^2)(2 \times 1.40 \text{ in}^2)$$

$$T = 93,293.284 \text{ lb} \cdot (1 \text{ kg}/2.2 \text{ lb})$$

T = 42,406.03 kg El pandeo es por compresión

Determinando el momento resistente

$$\phi M_n = 0.9 * T(h - 2Y)$$

$$\phi M_n = 0.9 * (42,406.03)(0.35 - 2(0.740 \text{ in} * (2.54 \text{ cm}/1 \text{ in})(\text{m}/100 \text{ cm})))$$

$$\phi M_n = 11778.40 \text{ kg.m}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$11923.185 > 9,672.0 \text{ kg.m} \quad \text{OK.}$$

Fuerza absorbida por la celosia.

$$V_u = 3,441.16 \text{ kg}$$

$$V = (V_{\text{max}} / \cos 30^\circ) = (3,441.16 / \cos 30^\circ) = 3973.509 \text{ kg}$$

Área de acero necesario.

$$A_s = \frac{V}{0.6f_y} = \frac{3973.5 \text{ kg} \times \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}}}{0.6 \times 40000 \text{ lb/in}^2} = 0.364 \text{ in}^2$$

Área que se necesita por cada varilla.

$$0.364/2 = 0.182 \text{ in}^2$$

Probar con una barra No. 4.

Datos de la barra No. 4

$$\text{Area} = 0.2 \text{ in}^2$$

$$\phi = 4/8 \text{ in}$$

$$r = 0.25 \text{ in}$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} = 3.0679 \times 10^{-3} \text{ in}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{3.0679 \times 10^{-3} \text{ in}^4}{0.20}} = 0.124 \text{ in.}$$

Encontrando longitud L2

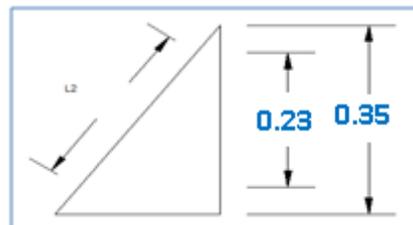


Figura 5.37 Esquema para encontrar longitud L2.

$$\text{Sen } 60^\circ = (22.30 \text{ cm} \cdot (1\text{in}/2.54\text{cm})) / L2$$

$$L2 = 10.14 \text{ in}$$

Relación de esbeltez

$$\frac{kl}{r} = \frac{(1)(10.14 \text{ in})}{0.124} = 81.77$$

$$\lambda_c = \frac{kl}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{81.77}{\pi} \sqrt{\frac{40,000}{29 \text{ E}^6}} = 0.963 < 1.5$$

Como $\lambda_c < 1.5$ usar $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y$

$$F_{cr} = 0.658^{1.072} (40,000) = 24572.94 \text{ lb/in}^2.$$

$$F = f_{cr} A_g$$

$$F = (24572.94 \text{ lb/in}^2)(2 \cdot 0.20 \text{ in}^2).$$

$$T = 9829.17 \text{ lb} \cdot (1 \text{ kg}/2.2 \text{ lb}).$$

F = 4467.808 kg El pandeo es por compresión.

$$\phi V_n = \phi F \text{sen } 60^\circ = 0.9(4467.808) \text{ sen } 60^\circ = 3482.30 \text{ kg}$$

$$3482.30 \text{ kg} > 3441.16 \text{ kg OK.}$$

Usar Polines de 8 in, chapa 16 de la Marca Metalco; Macomber con doble angular de 2.5 in x 2.5 in x 5/16 in, y celosía doble de varilla con un diametro de 1/2".

5.6.1 DISEÑO DE PLACA DE ARTICULACIÓN PARA LA VIGA MACOMBER EN LA CUMBRERA.

Cortante vertical = VD (Maximo) + VL (Maximo). (Tomados del diseño de viga macomber).

$$\begin{aligned} \text{Cortante vertical} &= 817.9 \text{ kg} + 1537.3 \text{ kg.} \\ &= 2355.20 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Para satisfacer la condición de la aceleración vertical se aumentará en un 40%.

$V_{dis} = 1.4 * \text{Cortante vertical}$.

$V_{dis} = 1.4 (2355.20 \text{ kg}) = 3297.28 \text{ kg} = 7254.01 \text{ Lb}$.

Para la unión entre vigas metálicas, para este caso se reducirá el peralte de los extremos de las vigas, las cuales terminaran en una conexión formada por dos placas (una por cada viga), acopladas entre sí por pernos, de tal forma que se pueda lograr lo mejor posible, la libertad al giro en la unión.

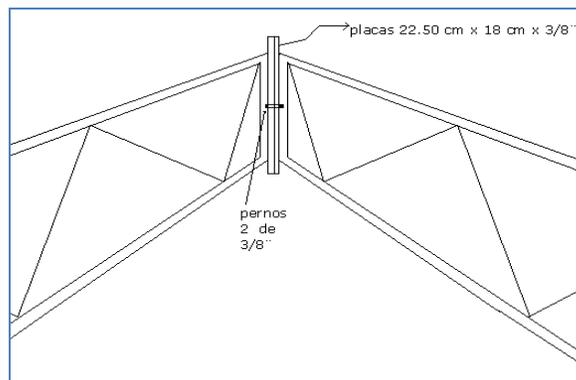


Figura 5.38 Articulación de cumbrera.

Considerando una placa de 22.50 cm de alto por 18.0 cm de ancho, con esta área se puede calcular:

El esfuerzo de compresión actuante (f_p) de las placas.

$f_p = v_{dis} / A \text{ de placa}$.

$f_p = 3297.28 \text{ kg} / 405 \text{ cm}^2 = 8.14 \text{ kg/cm}^2$.

$d = 10.16 \text{ cm}$. (ancho de macomber).

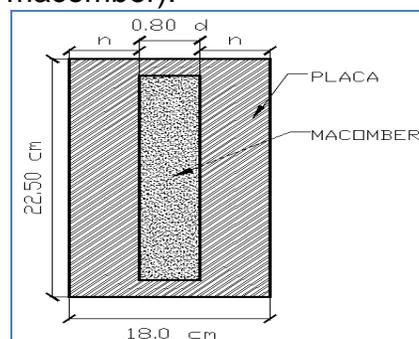


Figura 5.39 Esquema para encontrar el brazo de flexión n .

Brazo de flexión n .

$$n = (\text{ancho de placa} - 0.80 d) / 2$$

$$n = [18.0 - (0.80 * 10.16)] / 2 = 4.93 \text{ cm.}$$

El esfuerzo permisible de flexión: $F_b = 0.70 F_y$.

Para acero A-36; $F_b = 0.70 * 2500 \text{ kg/cm}^2 = 1750 \text{ kg/cm}^2$.

Entonces el espesor de placa será:

$$t = \sqrt{(3fp * n^2) / F_b}$$

$$t = \sqrt{(3 * 8.14(4.93)^2) / 1,750}$$

$t = 0.582 \text{ cm.} = 0.23 \text{ plg.}$ Entonces usar una placa de espesor 1/4".

Entonces usar una placa de 22.50 x 18.0 y con un espesor de 1/4".

5.6.1.1 DISEÑO DE PERNOS

Número de pernos = 4

$F_v = 0.60 F_y$ (Esfuerzo permisible al corte).

$F_y = 40000 \text{ lb/plg}^2$ (De pernos).

$$\text{Area de pernos} = \frac{V_{dis}}{\#pernos * f_v}$$

$$\text{Area de pernos} = \frac{6664.81}{4 * 0.60(40,000)} = 0.0694 \text{ plg}^2.$$

Usar 4 pernos de 3/8" de diametro.

Diseño de la soldadura.

Soldadura de filete E-70 ; electrodo E-70.

Corte de soldadura = 21,000 lb/plg².

Ancho nominal de soldadura = 3/16".

Ancho efectivo de soldadura = 3/16" cos 45°.

Longitud de soldadura = 4(L - 0.375).

Cortante vertical = 6664.81 lb.

Así se tiene:

$V_{dis} = \text{Ancho efectivo de la soldadura} * \text{longitud de soldadura} * \text{corte de soldadura.}$

$$6664.81Lb = 3/16 (\cos 45^\circ) * 4(L - 2(3/16)) * 21,000.$$

$$6664.81 = 0.1325 * (4L - 1.5) * 21,000.$$

$$6664.81 = (0.53L - 0.1988) * 21,000.$$

$$0.3173 = 0.53L - 0.1988.$$

$$L = 0.974 \text{ plg.}$$

Usar 1" para cada angular.

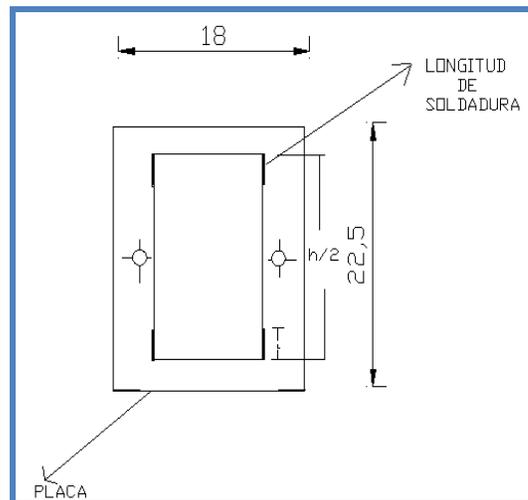


Figura 5.40 Detalle de placa de unión de Viga Macomber.

5.7 DISEÑO DE COLUMNAS

5.7.1 ANALISIS GRAVITACIONAL Y SISMICO.

CARGAS A CONSIDERADAR.

Las cargas gravitacionales a considerar serán las siguientes:

- Cargas Muertas.
- Cargas Vivas.
- Cargas Sísmicas.

CARGAS MUERTAS

Son todos los pesos de los elementos estructurales y otros inherentes a la construcción, los cuales se detallan a continuación:

- Lámina Zinc Alum = 5.61 kg/m^2
- Polín C = 7.86 kg/ml
- Estructura metálica = 17 kg/m^2 .

CARGAS VIVAS

Para la determinación de estas cargas se acatará el Reglamento para la Seguridad Estructural de las Edificaciones, el cual determina los valores mínimos para cada tipo de edificación, en el capítulo III "CARGAS VIVAS" de este reglamento, se encuentra la Tabla de Cargas Vivas Mínimas Unitarias. Y para los usos que tendrá la edificación establece los siguientes valores:

- Cubiertas y azoteas con pendiente mayor del 5 % = 20 kg/m^2 .

CARGAS SISMICAS

En el capítulo 4 de la norma Técnica para el Diseño por Sismo, se establece que el peso sísmico utilizado para calcular el cortante basal, será igual a la suma de la carga muerta mas la carga viva instantánea. Esta última se define en la misma Tabla de cargas vivas mínimas unitarias del reglamento para la Seguridad Estructural de las Edificaciones, los valores se muestran a continuación:

- Cubiertas y azoteas con pendiente mayor del 5 % = 0 kg/m^2 .

COMBINACION DE CARGA

El reglamento para la seguridad estructural de las edificaciones establece en el Art. 21 las combinaciones de cargas mayoradas que la estructura deberá resistir, siendo estas tal como se muestran a continuación²².

$$1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV}$$

$$1.4 (D + F) \quad (9-1 \text{ ACI})$$

$$1.2 (D + F + T) + 1.6 (L + H) + 0.5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (9-2 \text{ ACI})$$

$$1.2 D + 1.6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0 L \text{ ó } 0.8 W) \quad (9-3 \text{ ACI})$$

$$1.2 D + 1.6 W + 1.0 L + 0.5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (9-4 \text{ ACI})$$

$$1.2 D + 1.0 E + 1.0 L + 0.2 S \quad (9-5 \text{ ACI})$$

$$0.9 D + 1.6 W + 1.6 H \quad (9-6 \text{ ACI})$$

$$0.9 D + 1.0 E + 1.6 H \quad (9-7 \text{ ACI}).$$

Donde:

D = Carga muerta.

E = Carga producidos por el sismo.

F = Cargas debidas al peso y presión de fluidos.

H = Cargas debidas al peso y empuje del suelo.

L = Carga Viva.

L_r = Cargas vivas de cubierta.

R = Cargas por lluvia.

S = Carga por nieve.

T = Efectos acumulados de variación de temperatura.

W = Carga por viento.

En nuestro medio , las cargas qué comúnmente se consideran en el diseño son: La carga muerta, la carga viva, la carga de viento y la carga de sismo, por lo que podemos hacer una simplificación a las combinaciones antes mencionadas:

²² En base al ACI 318 – 05.

Cargas	Resistencia Requerida U
Muerta (D) y Viva (L)	1.2D + 1.6L
Muerta, Viva y Viento (W)	1.2D + 1.6L + 0.8W 1.2D + 1.0L + 1.6W 0.9D + 1.6W.
Muerta, Viva y Sismo (E)	1.2D + 1.0L + 1.0E 0.9D + 1.0E.

COEFICIENTE SISMICO

Puntos de partida:

- a) Las fuerzas sísmicas actúan en cualquier dirección horizontal.
- b) Puede suponerse que las fuerzas sísmicas no actúan simultáneamente en la dirección de cada eje principal de la estructura, sin embargo deberá considerarse una excentricidad mínima del 5%, ocasionado por la diferencia de posición en el plano X-Y del centro de masa y el centro de rigidez de un entrepiso cualquiera.
- c) La carga sísmica W es la carga muerta mas la carga viva instantánea.
- d) El cortante basal de diseño deberá calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$V = C_s * W$$

- e) Será necesario calcular el coeficiente sísmico, para luego proceder a introducir los datos al programa ETABS²³.

CALCULO DEL COEFICIENTE SISMICO

El coeficiente sísmico, se obtiene por medio de la formula siguiente:

$$C_s = ACI / R * (T_0 / T)^{2/3}.$$

Donde:

²³ El software ETAB'S calcula el valor del cortante basal (V), después de introducir el valor de C_s basado en el ACI- 318-05.

A = Factor de zonificación sísmico.

C = Coeficiente de sitio.

I = Factor de importancia.

T₀ = Coeficiente de sitio debido a características del suelo.

R = Factor de modificación de la respuesta.

T = Periodo fundamental de vibración.

Todos estos valores son fácilmente obtenidos mediante tablas que se encuentran en la misma norma, a excepción del valor de T, el cual se obtiene por método aproximado según la siguiente expresión:

$$T = C_t \cdot h_n^{3/4}$$

Donde:

C_t = 0.049 para el resto de sistemas.

h_n = altura de bodega 4 metros.

Entonces, los valores obtenidos de las tablas se muestran a continuación²⁴.

$$A = 0.40$$

$$C_0 = 3.0$$

$$I = 1.0$$

$$T_0 = 0.6$$

$$R = 12.0$$

El periodo fundamental es:

$$T = 0.049(4)^{2/3} = 0.26$$

Sin embargo, T no debe ser menor que T₀ por lo tanto T = 0.6

Luego el coeficiente sísmico a utilizar en este diseño se calcula a continuación:

$$C_S = ACI / R \cdot (T_0 / T)^{2/3}$$

$$C_S = 0.4 \cdot 3 \cdot 1 / 12 \cdot (0.6 / 0.6)^{2/3} = 0.10$$

²⁴ Valores obtenidos de las Tablas de la 1 a la 10 y de la Figura 1, en la Norma Técnica para Diseño por Sismo.

5.7.2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MODELO EN ETABS 9.0.5

Para poder realizar el análisis gravitacional y sísmico, así como también cada uno de los elementos estructurales se utilizó el software ETABS Versión 9.0.5 (ver **Figura 5.41**), específicamente para la estructura de la bodega de almacenamiento de compost.

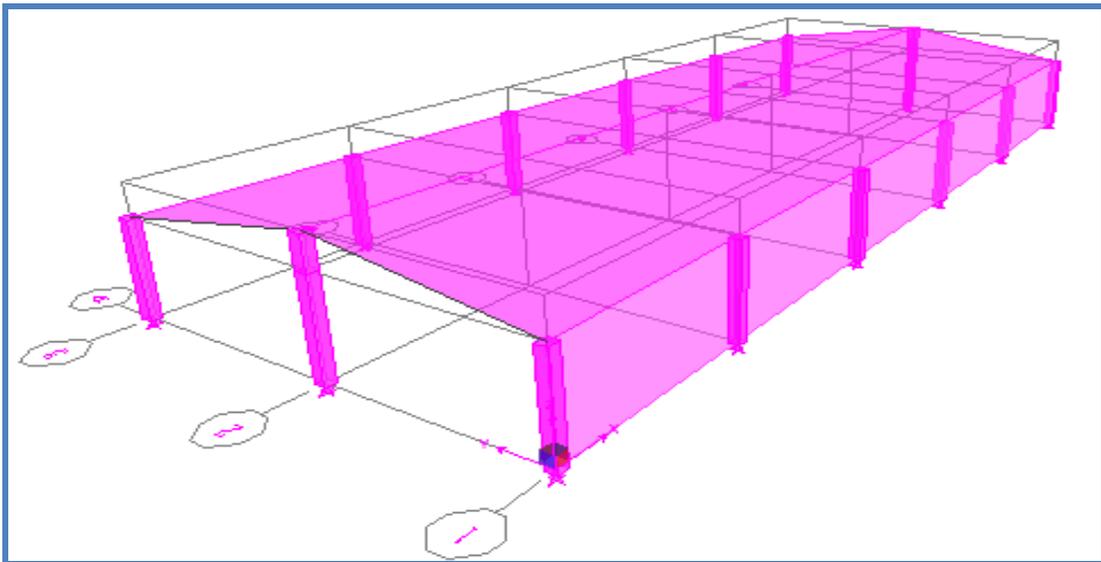


Figura 5.41 Modelo en ETABS de la estructura de un nivel, de la bodega de compostaje.

La estructura presenta las dimensiones que se muestran en la **Figura 5.42**, la cual es de un nivel. El peso muerto y vivo del techo se obtuvo del proceso de diseño que se realizó para la Viga Macomber en la **Sección 5.6**. Para el modelado de la estructura, según lo establecido por el Reglamento para la Seguridad Estructural de la Edificaciones se muestran en las **Figuras 5.43 y 5.44**.

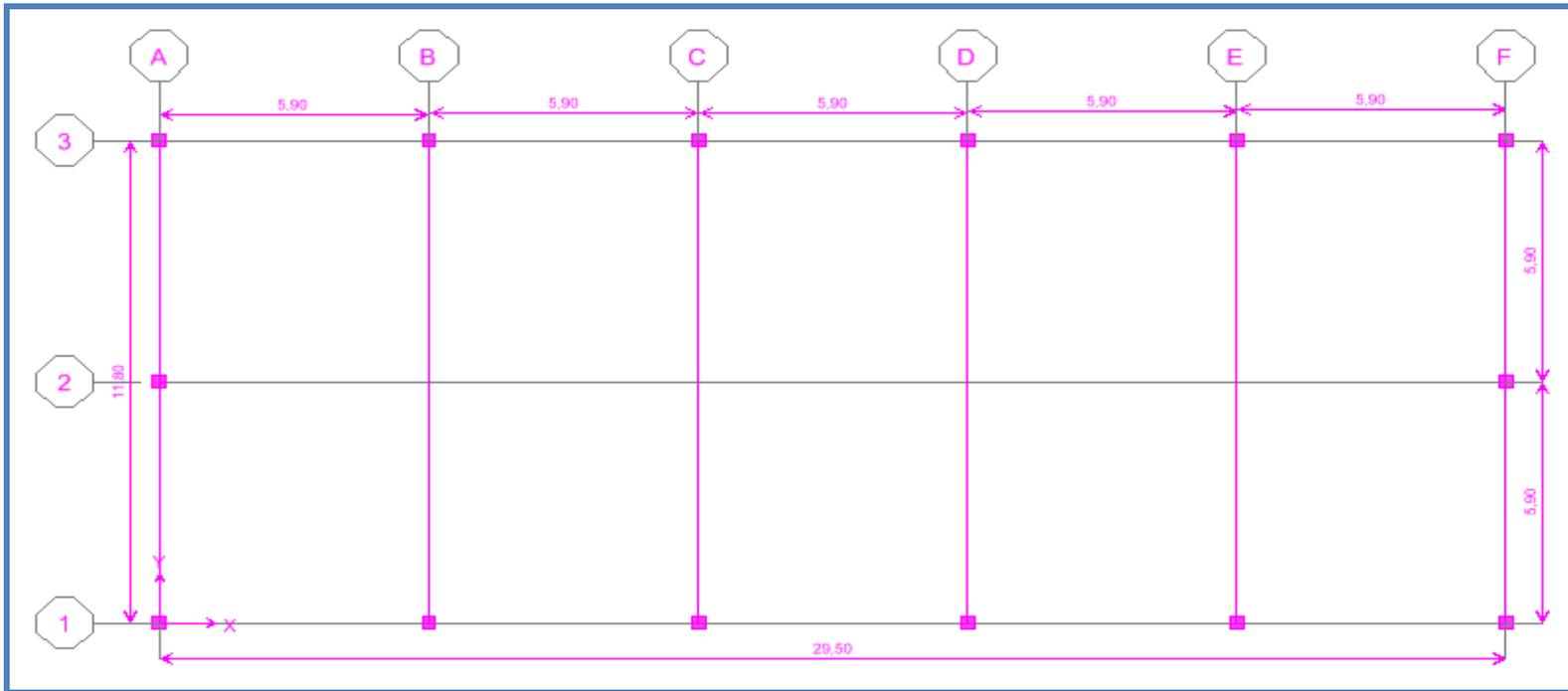


Figura 5.42 Vista en planta de la bodega de almacenamiento de compostaje.

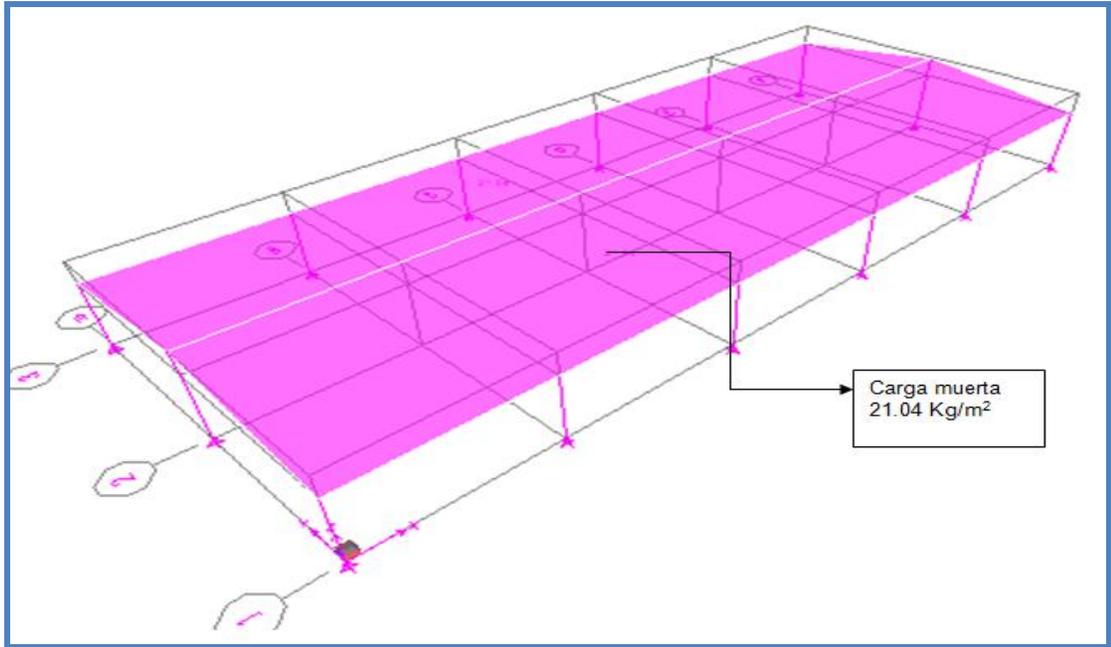


Figura 5.43 Distribución de las cargas muerta en la estructura de techo (unidades en Kg/m²).

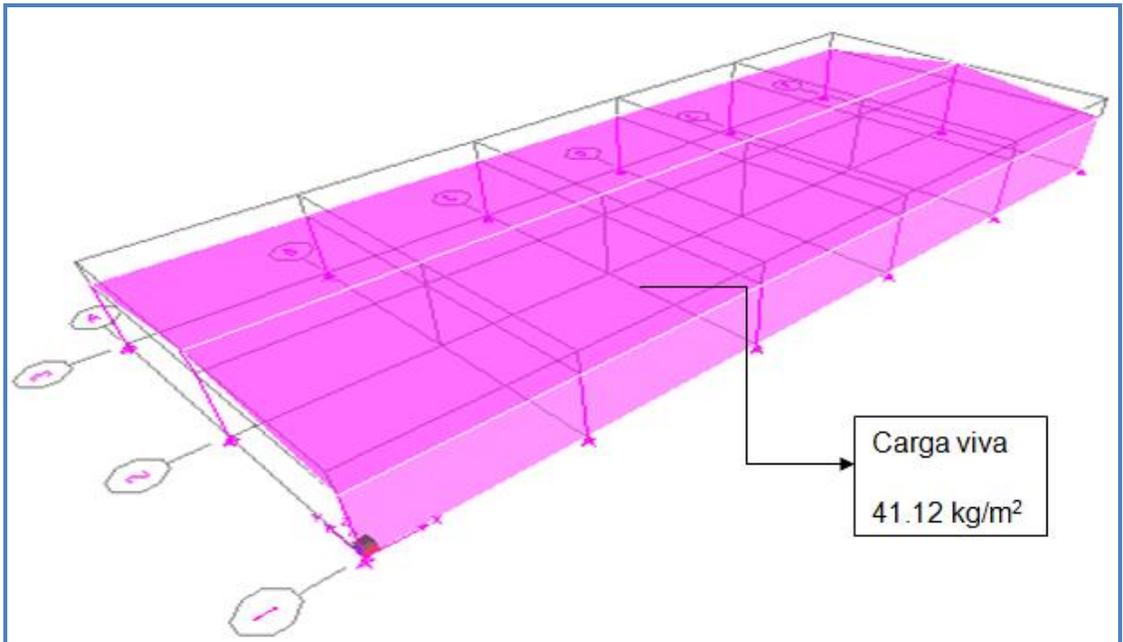


Figura 5.44 Distribución de las cargas vivas en la estructura de techo (unidades en Kg/m²).

Una vez asignadas las cargas y configurado los parámetros que el programa utilizará para su respectivo análisis; tal como el Coeficiente Sísmico y el Peso Sísmico, así como también agregar los Efectos P-Delta, para momentos secundarios en las columnas debido a excentricidades o a los efectos de esbeltez. Esto en tanto que todas las columnas no tendrán arriostamiento lateral, razón por la cual las vuelven más vulnerables para los mencionados efectos.

Con los resultados obtenidos a partir del análisis, el cual no solo arroja diagramas de momentos, fuerzas axiales, cortantes y torsión, sino que diseña según lo establecido en este caso por el ACI-318-05, y permite conocer las cantidades de acero de refuerzo que necesita cada elemento para las solicitaciones requeridas. Como resultado de esto, a continuación se muestran las cantidades de acero de refuerzo longitudinal en pulgadas cuadradas., necesarias para satisfacer las cargas a las que estará sometida la estructura, los colores representan el Porcentaje Demandad/Capacidad, que varía en 0 y 1, así:

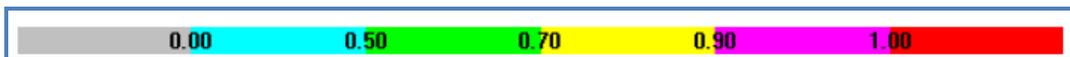


Figura 5.45 Porcentaje Demandad / Capacidad.

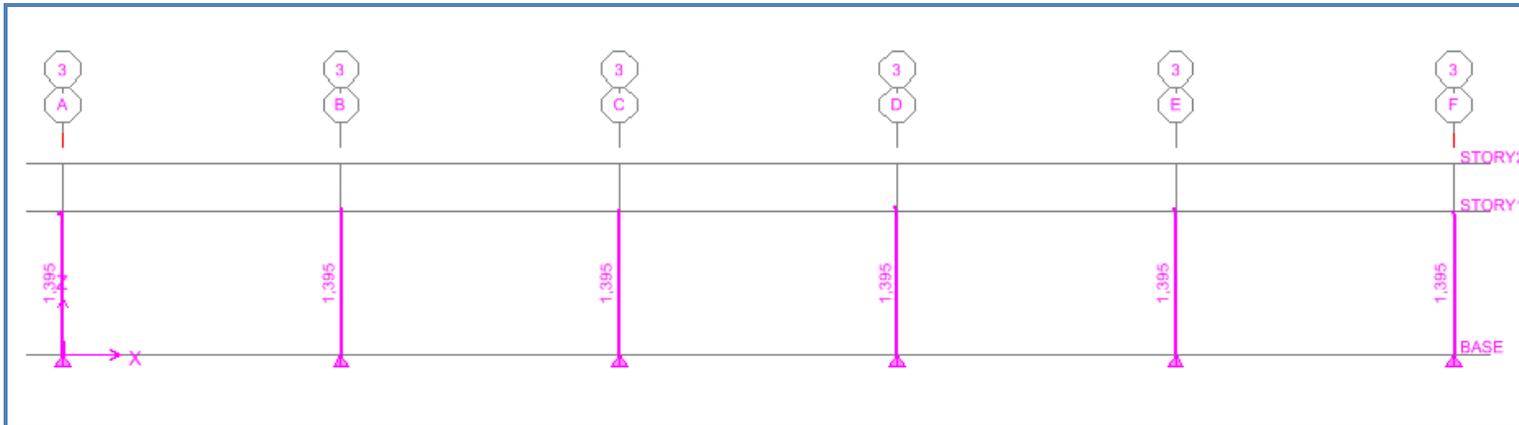
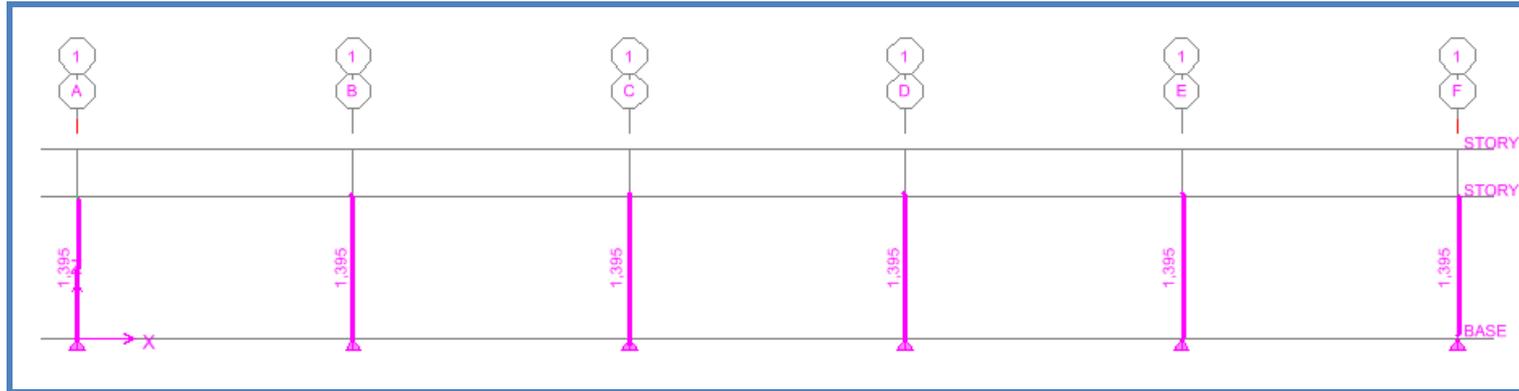


Figura 5.46 Área de Acero Requerido en in² eje 1 y 3.

El software ETABS no sólo diseña el área de acero necesaria, sino también realiza el bajado de cargas hacia la base de la estructura, dando como resultado las reacciones para poder realizar el diseño de las cimentaciones para el edificio.

Al haber seleccionado las barras de acero con las áreas suficientes, tanto del acero longitudinal como para el cortante, se elaboraron los detalles que pueden ser consultados en el Plano de Detalles estructurales 20/24, **Anexo 7**.

Las cimentaciones se diseñarán de acuerdo con la **Tabla 5.21**, la cual muestra únicamente las envolventes para los casos máximos y mínimos, según la combinación de cargas correspondiente, las cuales se denominarán de forma en que ETABS las muestra (Ver **Figura 5.47**, Ubicaciones de Reacciones Máximas y Mínimas)..

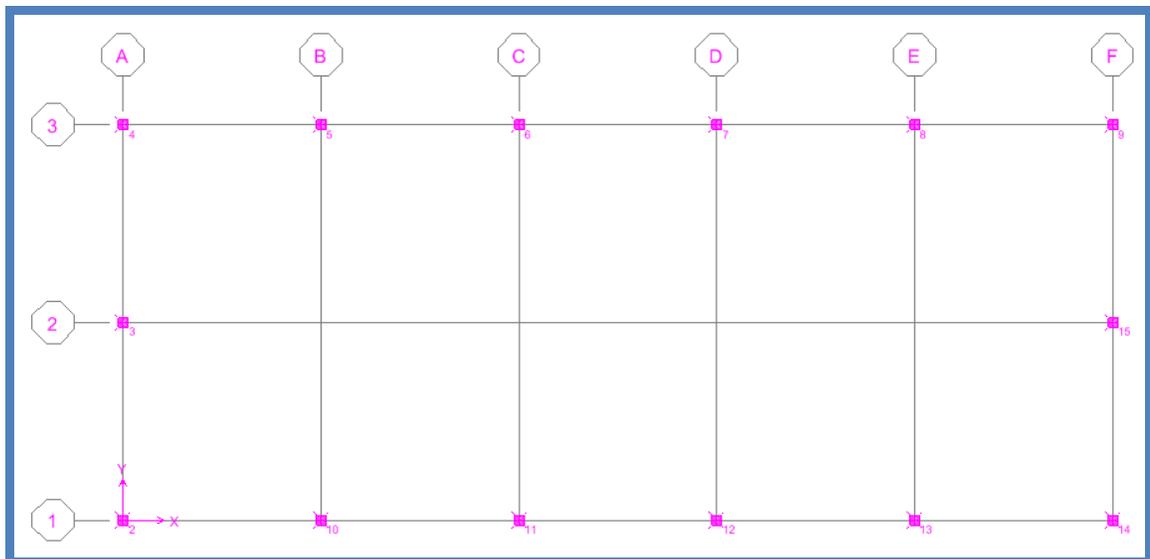


Figura 5.47 Ubicaciones de Reacciones Máximas y Mínimas.

Tabla 5.21 Reacciones máximas y mínimas.

Nivel	Ubicación	ITEM	Fz
Base	A-1	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 1
Base	A-2	Min valor	1.33
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.67
		Max. caso	DCON 12
Base	A-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 9
Base	B-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 11
Base	C-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 11
Base	D-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	E-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12

Nivel	Ubicación	ITEM	Fz
Base	F-3	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	B-1	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	C-1	Min valor	1.
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	D-1	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	E-1	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	F-1	Min valor	1.0
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.0
		Max. caso	DCON 12
Base	F-2	Min valor	1.33
		Min caso	DCON 14
		Max. valor	2.67
		Max. caso	DCON 9

5.8 DISEÑO DE ZAPATA.

El estudio de suelo realizado (Micro Región Centro; Resumen de estudios de suelos elaborados por las empresas: ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.), indica que la presión máxima permisible del suelo es de 0.60 Mpa).

De acuerdo con las reacciones obtenidas en base al programa ETABS, muestra que las reacciones máximas se encuentran en la posición A-2 y son de $FZ = 2.67$ Kips y las mínimas en F-1 y son de 1.0, por lo tanto se procederá a realizar solo un tipo de zapata el cual será aislada.

Para realizar el diseño de zapatas se utilizará el programa **CONCAD**, el cual viene incluido en el libro "Diseño de Concreto Reforzado" de McCormac, 5ª edición, todo el procedimiento de diseño puede observarse en el **ANEXO 3**, (Resultados de Corrida de CONCAD). En el cual se presenta la corrida del programa, para las dimensiones de la zapata, ver la **Figura 5.48**. Ver Plano de Detalles 20/24, **Anexo 8**.

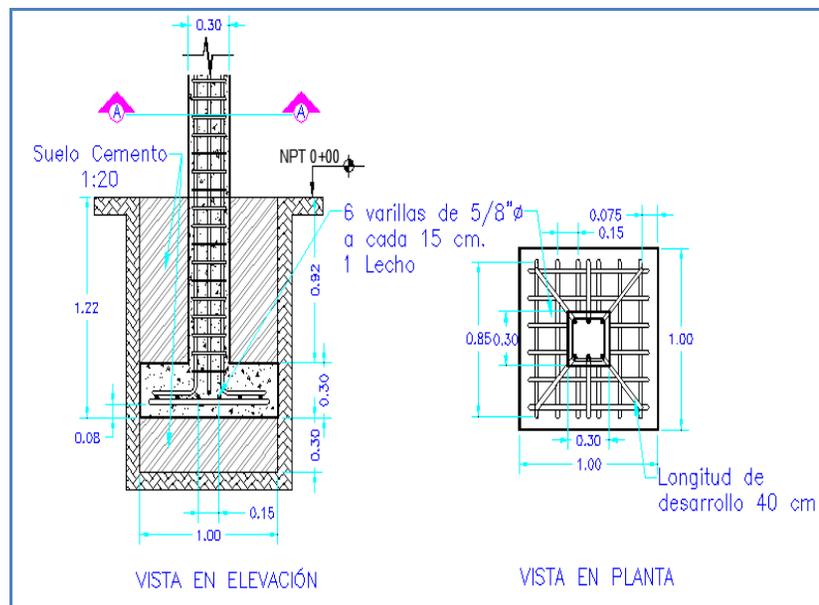


Figura 5.48 Esquema sin escala, de columna (C-1) y zapata(Z-1).

**CAPITULO 6: ANALISIS DE
COSTOS DE INVERSION DEL
PROYECTO.**

6.1 INFRAESTRUCTURA

PLAN DE OFERTA						
PROYECTO: DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.						
UBICACIÓN: Calle antigua a Las Chinamas, Joya de Morales, Hacienda Tecolocoy, Departamento de Ahuachapán .						
N°	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.U.	SUB-TOTAL	TOTAL
1.0	OBRAS PRELIMINARES					\$ 23,971.60
1.1	Bodega provisional	1.0	SG	\$ 1,450.00	\$ 1,450.00	
1.2	Rotulo	1.0	SG	\$ 130.00	\$ 130.00	
1.3	Corte y desalojo de material vegetal y materia organica	6,219.89	M ³	\$ 3.60	\$ 22,391.60	
2.0	TRAZO					\$ 7,742.17
2.1	Trazo por unidad de area	20,700.00	M ²	\$ 0.37	\$ 7,742.17	
3.0	TERRACERIA					\$ 132,648.27
3.1	Excavacion en fundaciones e hidraulica	406.40	M ³	\$ 8.63	\$ 3,507.23	
3.2	Excavacion en lagunas de estabilizacion	5,443.3	M ³	\$ 7.31	\$ 39,790.52	
3.3	Relleno suelo cem. 20:1 para canaleta e= 0.15m	37.56	M ³	\$ 40.23	\$ 1,511.04	
3.4	Relleno compactado suelo cem. Para patios de compos e=0.3m	2,975.40	M ³	\$ 26.19	\$ 77,925.73	
3.5	Suelo cemento fluido	259.20	M ³	\$ 35.64	\$ 9,237.89	
3.6	Relleno compactado material selecto en fundaciones e hidraulica	16.80	M ³	\$ 40.23	\$ 675.86	

4.0	CONCRETO ESTRUCTURAL					\$ 12,845.66
4.1	Solera SF – 1 de 30x20 cm refuerzo 4 No. 3 y est. No. 3 @ 20 cm	8.98	M ³	\$ 218.35	\$ 1,959.69	
4.2	Solera SF – 2 de 30x20 cm refuerzo 3 No. 4 y est. No. 3 @ 20cm	2.5	M ³	\$ 246.86	\$ 617.64	
4.3	Solera intermedia para pared de 15x20x40	87.87	ML	\$10.95	\$ 962.18	
4.4	Solera intermedia para pared de 10x20x40	151.40	ML	\$10.45	\$ 1,582.13	
4.5	Solera de coronamiento y mojinete 10x20x40	41.42	ML	\$10.45	\$ 432.84	
4.6	Columna C -1 de 30x30, ref. 4 No. 5 + 2 No. 3 y est. No.3@15cm	4.63	M ³	\$496.16	\$2,297.22	
4.7	Columna C-2 de 25x25, ref. 4 No. 4 y est. No.3 @ 15 cm	5.62	M ³	\$455.74	\$ 2,561.26	
4.8	Zapata Z-1 1x1m ref. No. 5 ambos sentidos @ 15 cm 1 lecho	14.0	u	\$ 107.79	\$1509.00	
4.9	Zapata Z-2 0.8x0.8m ref.5 No.4 ambos sentidos @15cm 1 lecho	12	u	\$ 76.97	\$ 953.64	
5.0	PAREDES Y ALBANILERIA					\$ 35,761.74
5.1	Paredes de bloque de concreto de 15x20x40 primer block, incluye refuerzo.	116.48	M ²	\$ 27.25	\$ 3,174.08	
5.2	Paredes de bloque de concreto de 10x20x40 primer block, incluye refuerzo.	48.16	M ²	\$26.98	\$1,299.36	
5.3	Paredes de bloque de concreto de 10x20x40 segundo block, incluye refuerzo.	28.70	M ²	\$28.40	\$ 815.08	
5.4	Paredes de bloque de concreto de 10x20x40 tercer block, incluye refuerzo.	48.86	M ²	\$29.98	\$ 1,464.82	
5.5	Hechura de cuadros en puertas y ventanas	45.60	ML	\$6.35	\$ 289.56	
5.6	Canaletas de mamposteria de piedra	657.20	ML	\$ 38.53	\$ 25,321.92	
5.7	Repello de mamposteria de piedra	933.22	M ²	\$ 3.64	\$ 3,396.92	
6.0	PISOS					\$ 271,079.84
6.1	Piso de Concreto Simple.	510.17	M ²	\$12.01	\$ 6,127.14	
6.2	Losas de concreto hidraulico para patios de compost e =18cm	9,918	M ²	\$ 25.99	\$257,768.82	
6.3	Barras pasajuntas 1 in. 45.72 cm de largo	3,042.00	U	\$ 2.09	\$6,357.78	

6.4	Barras de amarre ½ in, 71 cm. De largo	751.00	u	\$1.1	\$ 826.10	
7.0	ESTRUCTURA METALICA Y CUBIERTA DE TECHO					\$ 26,344.44
7.1	Techo de lamina acanalada de Zinc Alum calibre 26.	772.52	m2	\$ 8.16	\$ 6,127.14	
7.2	Viga Macomber VM-1.	78.84	ML	\$95.25	\$ 7,509.51	
7.3	Viga Macomber VM-2.	35.94	ML	\$ 61.47	\$ 2,172.35	
7.4	Polin C 4"x2", chapa 11, para techos y enchape.	593.83	ML	\$4.71	\$ 2,796.94	
7.5	Polin C 6"x2" , chapa 13.	469.50	ML	\$ 6.89	\$ 3,418.40	
7.6	Lamina No. 26 para enchape con Polin C 4".	283.15	M ²	\$12.39	\$ 3,508.23	
7.7	Capote para lamina Zinc Alum.	45.80	ML	\$13.87	\$ 635.25	
8.0	PUERTAS Y VENTANAS					\$ 3,564.50
8.1	Suministro e Instalación, Ventana V-1.	6.00	c/u	\$48.00	\$ 288.00	
8.2	Suministro e Instalación, Ventana V-2.	2.00	c/u	\$50.00	\$ 100.00	
8.3	Suministro e Instalación, Ventana V-3.	4.00	c/u	\$42.50	\$ 170.00	
8.4	Suministro e Instalación, Ventana V-4.	3.00	c/u	\$40.00	\$ 120.00	
8.5	Suministro e Instalación, Ventana V-5.	5.00	c/u	\$40.00	\$ 200.00	
8.6	Suministro e Instalación, Ventana V-6.	4.00	c/u	\$50.00	\$ 200.00	
8.7	Suministro e Instalación de Balcones.	9.00	c/u	\$65.00	\$ 585.00	
8.8	Suministro e Instalación, Puerta 1.	5.00	c/u	\$220.00	\$ 1,100.00	
8.9	Suministro e Instalación, Puerta 2.	2.00	c/u	\$180.00	\$ 360.00	
8.10	Suministro e Instalación de Portón.	1.00	c/u	\$ 441.50	\$ 441.50	
9.0	INSTALACIONES SANITARIAS					\$ 460.00
9.1	Letrina Abonera.	2	c/u	\$230.00	\$ 460.00	
10.0	HIDRAULICA (AGUA POTABLE)					\$ 5,315.25
10.1	Tuberia PVC DE 160PSI DIAMETRO ¾"	721.00	ML	\$ 3.04	\$ 2,191.84	

10.2	Tuberia PV de 160 PSI diametro de 9"	22	ML	\$ 2.78	\$ 61.16	
10.3	Valvula de compuerta de ¾"	1.00	u	\$ 7.26	\$ 7.26	
10.4	Valvula chek de ¾"	1	u	\$ 4.99	\$ 4.99	
10.5	Lavadero con pila	1	u	\$ 50.00	\$ 50.00	
10.6	Tanque negro plastico con capacidad de 50 barriles	2	u	\$1,500	\$ 3,000	
11.0	AGUAS LLUVIAS y LIXIVIADOS					\$ 171,690.23
11.1	Tuberia de PVC, 125 PSI diametro 4" (bajadas aguas lluvias)	27.07	ML	\$ 12.38	\$ 335.13	
11.2	Tuberia de PVC, 125 PSI diametro 9", para transportar lixivios.	30.00	ML	\$ 10.89	\$ 326.70	
11.3	Canal de lamina lisa galvanizada 26	108.00	ML	\$ 13.95	\$ 1,506.60	
11.4	Laguna de estabilizacion	25,492.00	M ²	\$ 6,65	\$ 169,521.80	
12.0	ELECTRICO					\$ 1,851.86
12.1	Suministro e instalacion de lampara incandescende de 2 x 40	7.00	u	\$38.00	\$ 266.00	
12.2	Caja de 8 espacios con termicos de 60 amp	1.00	u	\$34.16	\$ 34.16	
12.3	Toma corriente doble	5.0	u	\$27.00	\$135.00	
12.4	Luminaria de mercurio tipo canasta con un poste metalico	3.0	u	\$328.9	\$986.79	
12.5	Salida de alumbrado incluye interruptores	12.0	u	\$35.00	\$420.00	
12.6	Foco receptaculo de bakelita	1	u	\$ 10.00	\$10.00	
13.0	OBRAS EXTERIORES					\$ 33,688.44
13.1	Area recreativa	1.00	sg	\$500.00	\$ 500.00	
13.2	Balastado de calle	5,880.93	M ²	\$ 2.26	\$13,290.90	
13.3	Cerco perimetral de malla ciclon	772.42	ML	\$ 25.76	\$19,879.54	
14.0	LIMPIEZA Y DESALOJO					\$ 800.00
14.1	Limpieza y desalojo	1	SG	\$ 800.00	\$ 800.00	

	COSTO DIRECTO	\$ 727,764.00
	COSTO INDIRECTO (CI = 35% CD)	\$ 254,717.40
	COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO	\$ 982,481.4
	IVA = 13% (CD + CI)	\$ 127,722.58
	COSTO TOTAL = (CD + CI + IVA)	\$ 1,110,203.98

6.1.1 HOJAS DE CALCULO DE COSTOS UNITARIOS.

NOTA: Ver Anexo 4, "HOJAS DE CALCULO DE COSTOS UNITARIOS".

6.2 COSTOS DE OPERACIÓN

El costo total plasmado en este apartado incluye desembolsos que se harán durante un año, lo referente a honorarios, compra de materiales, equipo y herramientas; los que se detallan a continuación:

No	CONCEPTOS	CANTIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	MAQUINARIA			
1.1	Bobcat	1	\$1,200	\$3,000
1.2	Pick up	1	\$ 3,000	\$ 1,000
2	HERRAMIENTAS			
2.1	Termómetro	1	\$ 65.00	\$ 65.00
2.2	Bascula	1	\$ 250.00	\$ 250.00
2.3	Carretillas de 4.5 pie ³	3	\$ 42.45	\$ 126.75
2.4	Palas cuadradas	3	\$ 7.38	\$ 22.14
2.5	Guantes	6	\$ 5.00	\$ 30.00
2.6	Botas de trabajo	3	\$ 6.50	\$ 19.50
2.7	Zarandas con marco de madera	3	\$ 15.00	\$ 45.00
2.7	Cepillos para barrer	4	\$ 4.00	\$ 16.00
2.8	Rastrillos	4	\$ 3.44	\$ 13.76
2.9	Varilla para medir humedad	2	\$ 10.00	\$ 20.00
2.10	Tijeras	2	\$ 10.44	\$ 20.88
3	MATERIALES			
3.1	Rollos de plástico negro	6	\$ 80.00	\$ 480.00
3.2	Sacos	16096	\$ 0.15	\$2,414.40
3.3	Mascarillas con filtro.	4	\$ 4.00	\$ 16.00
3.4	Jabón	4	\$ 0.75	\$ 3.00
4	RECURSO HUMANO			
4.1	Operarios del patio \$175/mes	2	\$ 175.00	\$ 4,200
4.2	Asistencia técnica/6 meses	2	\$ 100	\$ 200.00
4.3	Operador del bobcat	1	\$ 200	\$ 2,400
			Total	\$14,342.42

CAPITULO 7: ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

El Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto: Diseño de Planta de Compostaje para la Micro Region Centro y Sur del Departamento de Ahuachapan. Se encuentra en el anexo 5.

CAPITULO 8: ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Las Especificaciones Técnicas del Proyecto: Diseño de Planta de Compostaje para la Micro Region Centro y Sur del Departamento de Ahuachapan. Se encuentran en el anexo 6.

CAPITULO 9: MANUAL DE OPERACIÓN, PLANOS CONSTRUCTIVOS Y PROGRAMACION DE OBRA.

El Manual de Operación del Proyecto se encuentra en el anexo 7.

Los Planos Constructivos y el programa de ejecución de la obra se encuentran en el anexo 8 y anexo 9, respectivamente.

Todas las acotaciones están dadas en metros, al menos que se indique lo contrario.

CONCLUSIONES

- El diseño de la Planta de Compostaje prolongará la vida útil del Relleno Sanitario del Municipio de Ahuachapán, al procesar la materia sólida biodegradable.
- La implementación de la planta de compostaje para los Municipios de la Micro Región Centro y Sur, tendrá impactos positivos en la disminución de los desechos orgánicos depositados en el relleno sanitario y al mismo tiempo el aprovechamiento del producto obtenido que es utilizado como un mejorador del suelo.
- El tema de los desechos sólidos y su manejo es uno de los problemas latentes en muchas regiones del país, no solo por el impacto negativo que generan al medio ambiente; si no que además, generan altos costos a las Municipalidades siendo necesario dar un manejo integral que disminuya los impactos causados.
- Para que la implementación de la planta de compostaje sea un éxito, es de resaltar que esto dependerá de la concientización y educación que se pueda generar en los pobladores de las Micro Regiones Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, siendo necesario incorporar a las instituciones gubernamentales y población.
- La planta de compostaje se diseñó para que en un periodo tiempo de 80 a 90 días, se convierta la materia orgánica en compost, lo que genera dos beneficios: dar tratamiento a los desechos y producir compost para ser vendido.
- El método a implementar para la transformación de la materia orgánica en compost es el sistema de pilas por aireación mecánica, ya que es más rápido y económico en comparación con el de pilas estáticas.

RECOMENDACIONES

- Que la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán aprovechen los desechos sólidos inorgánicos y reciclables, obteniendo beneficio económico adicional.
- Que la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapán, promueva el uso del compost entre los agricultores de la región y capacitarlos sobre su uso en los cultivos, así se crea el mercado para el producto.
- Establecer nexos con la empresa privada, organizaciones no gubernamentales y otras instituciones para favorecer el intercambio de compost contra insumos municipales, siendo ésta otra forma de adquirir beneficio del producto en una figura de canje institucional, estableciendo un precio acordado del compost entre las dos partes.
- Que las Municipalidades involucradas en el proyecto, realicen campañas de educación para la separación de los desechos sólidos en el origen.
- Las Municipalidades deben incentivar a la población por medio del ofrecimiento gratuito del resultado del tratamiento de los desechos sólidos orgánicos (compost), para la utilización de sus cultivos.
- Que los encargados de la operación de la planta de compostaje, capaciten constantemente al personal que estará laborando, acerca de los diferentes procesos que se llevarán a cabo en la misma.
- El presente documento contiene los lineamientos esenciales para la ejecución y operación del proyecto de la planta de compostaje, pero para el mejor aprovechamiento en la operación del mismo, se recomienda la consulta a personas capacitadas en el área para una mejor interpretación y solución de los factores incidentes en el desarrollo del mismo.

- Que la Micro Región Centro y Sur del Departamento de Ahuachapan, tome en cuenta que al ejecutar el proyecto debe reajustar los costos unitarios por la variación de precios.

BIBLIOGRAFIA

- Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe Guido Acurio, Segunda Edición: Septiembre de 1998 – Serie Ambiental No. 18, Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud.
- Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos, organización panamericana de la salud organización mundial de la salud, Ing. Daniel Sztern, MGA.
- Ley del Medio Ambiente de la República de El Salvador, 1998.
- Reglamento Especial sobre el Manejo Integral de los desechos, sólidos, 2000.
- Base de datos del censo de 2007. DIGESTYC.
- Reciclaje Comunitario de Residuos Orgánicos. (1998). SUCHITOTO EL SALVADOR.
- VI Censo de Población y V de vivienda (2007), Dirección General de Estadísticas y Censo de El Salvador.
- Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales (2006). MARN-BID.
- GUIA PARA HACER COMPOST EN FORMA AEROBICAN (CESTA 2003).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
- MANUAL DE COMPOSTAJE PARA MUNICIPIOS (ECUADOR).
- ACI, 318-2005.
- Reglamento de Seguridad Estructural.
- Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales (SIECA 2ª Edición).

- Diseño Estructural de casas de habitación, 2ª edición, Gabriel O. Gallo Ortiz.
- Diseño de Concreto Reforzado, Mccormac, 5ª. Edición.
- Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo Villalaz., 5ª. Edición.
- Reglamento de Diseño Sísmico de El Salvador.
- INICIATIVAS LOCALES DE LAS MUNICIPALIDADES PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS (COMURES edición #35 enero, 2010).

SITIOS DE INTERNET:

- <http://www.habitat.aq.upm.es/dubai/98/bp417.html> (30 K).
- <http://www.PRISMA.COM>.

SOFTWARES:

CONCAD, ETABS 9.5 entre otros.

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA 1.

Factores equivalentes de carga (LEFs) para pavimentos rígidos, ejes simples, Pt=2.0.

Carga p/eje (kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
8	0.035	0.033	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
10	0.087	0.084	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
12	0.186	0.180	0.176	0.175	0.174	0.174	0.173	0.173	0.173
14	0.353	0.346	0.341	0.338	0.337	0.336	0.336	0.336	0.336
16	0.614	0.609	0.604	0.601	0.599	0.599	0.598	0.598	0.598
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	6.48	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.7
46	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

Fuente: AASHTO Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993, Apéndice D-12, tabla D-10. Y del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002, Capítulo 3, pág. 15.

ANEXO 2

Valores equivalentes entre KN y Lbs.

Eje de carga bruta							
kN	lb	kN	lb	kN	lb	kN	Lb
4.5	1000	63.4	14250	122.4	27500	181.3	40750
5.6	1250	64.5	14500	123.5	27750	182.5	41000
6.7	1500	65.6	14750	124.6	28000	183.6	41250
7.8	1750	66.6	15000	125.7	28250	184.7	41500
8.9	2000	67.9	15250	126.8	28500	185.6	41750
10.0	2250	69.0	15500	127.9	28750	186.9	42000
11.1	2500	70.1	15750	129.1	29000	188.0	42250
12.2	2750	71.1	16000	130.2	29250	189.1	42500
13.4	3000	72.3	16250	131.3	29500	190.2	42750
14.5	3250	73.4	16500	132.4	29750	191.4	43000
15.6	3500	74.5	16750	133.5	30000	192.5	43250
16.7	3750	75.7	17000	134.6	30250	193.6	43500
17.8	4000	76.6	17250	135.7	30500	194.7	43750
18.9	4250	77.9	17500	136.8	30750	195.6	44000
20.0	4500	79.0	17750	138.0	31000	196.9	44250
21.1	4750	80.1	18000	139.1	31250	198.0	44500
22.3	5000	81.2	18250	140.2	31500	199.1	44750
23.4	5250	82.3	18500	141.3	31750	200.3	45000
24.5	5500	83.4	18750	142.4	32000	201.4	45250
25.6	5750	84.6	19000	143.5	32250	202.5	45500
26.7	6000	85.7	19250	144.6	32250	203.6	45750
27.8	6250	86.6	19500	145.7	32750	204.7	46000
28.9	6500	87.9	19750	146.9	33000	205.6	46250
30.0	6750	89.0	20000	148.0	33250	206.9	46500
31.2	7000	90.1	20250	149.1	33500	208.0	46750
32.3	7250	91.2	20500	150.2	33750	209.2	47000
33.4	7500	92.3	20750	151.3	34000	210.3	47250
34.5	7750	93.5	21000	152.4	34250	211.4	47500
35.6	8000	94.6	21250	153.5	34500	212.5	47750
36.7	8250	95.7	21500	154.6	34750	213.6	48000
37.8	8500	96.6	21750	155.8	35000	214.7	48250
38.9	8750	97.9	22000	156.9	35250	215.6	48500
40.1	9000	99.0	22250	158.0	35500	216.9	48750
41.2	9250	100.1	22500	159.1	35750	218.1	49000
42.3	9500	101.2	22750	160.2	36000	219.2	49250
43.4	9750	102.4	23000	161.3	36250	220.3	49500
44.5	10000	103.5	23250	162.4	36500	221.4	49750
45.6	10250	104.6	23500	163.5	36750	222.5	50000
46.7	10500	105.7	23750	164.7	37000	223.6	50250
47.8	10750	106.6	24000	165.8	37250	224.7	50500
49.0	11000	107.9	24250	166.9	37500	225.6	50750
50.1	11250	109.0	24500	168.0	37750	227.0	51000
51.2	11500	110.1	24750	169.1	38000	228.1	51250
52.3	11750	111.3	25000	170.2	38250	229.2	51500
53.4	12000	112.4	25250	171.3	38500	230.3	51750
54.5	12250	113.5	25500	172.4	38750	231.4	52000
55.6	12500	114.6	25750	173.6	39000	232.5	52250
56.7	12750	115.7	26000	174.7	39250	233.6	52500
57.9	13000	116.8	26250	175.8	39500	234.7	52750
59.0	13250	117.9	26500	176.9	39750	235.9	53000
60.1	13500	119.0	26750	178.0	40000	237.0	53250
61.2	13750	120.2	27000	179.1	40250	238.1	53500
62.3	14000	121.3	27250	180.2	40500	239.2	53750

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002, Capítulo 3, pág. 30.

ANEXO 3

Diseño de zapata en el programa CONCAD.

CONCAD -- Reinforced Concrete Analysis and Design Using the ACI 318-05 Strength Design Method	
Proyecto: BODEGA DE COMPOST Tema: DISEÑO Pagina: 1	Nombre: Zapata 2.67 Klb Fecha: 10/10/10
Diseño de la zapata de una columna Propiedades del concreto y el acero Peso del suelo y capacidad de soporte	
$f_y = 40 \text{ klb/ pulg}^2$	$w = 100 \text{ lb/pie}^3$
$f_c' = 3 \text{ klb/ pulg}^2$	$f_a = 1 \text{ klb/pulg}^2$
Cargas, dimensiones y refuerzo de la zapata de columna.	
$P_u = 2.67 \text{ klb/ pie}$	$b = 3.28 \text{ pie}$
$P_a = 2.67 \text{ klb/ pie}$	$h = 3.28 \text{ pie}$
$b = 11.81 \text{ pulg.}$	$d = 7 \text{ pulg}$
$h = 11.81 \text{ pulg.}$	$t = 11.5 \text{ in.}$
	Sobre carga = 3 pie
	$A_{s-b} = 1.86 \text{ pulg}^2$
	6 Barras # 5 (1 Lecho)
	$A_{s-h} = 1.86 \text{ pulg}^2$
	6 Barras # 5 (1 Lecho)
Revisión de la presión de soporte de trabajo	
$A = 3.28(3.28) = 10.76 \text{ pie}^2$	
Total $P_a = 6.413 \text{ Klb}$	
$q_a = 0.5961 \text{ Klb/ pie}^2 \text{ OK}$	
Calculo de la presión ultima de soporte	
$q_u = 2.67/10.76 = 0.2482 \text{ Klb/ pie}^2$	
Revisión de la capacidad por cortante	
Cortante = 2.06 Klb	
Area resistente = 526.7 pulg²	

**CONCAD -- Reinforced Concrete Analysis and Design
Using the ACI 318-05 Strength Design Method**

Proyecto: BODEGA DE COMPOST

Nombre: Zapata 2.67 Klb

Tema: DISEÑO

Fecha: 10/10/10

Pagina: 1

Capacidad por cortante de la viga = 98.08 Klb OK

Revisión de la capacidad por cortante de la viga – Dirección larga

Cortante en la viga = 0.4596 Klb

Area resistente = 275.5 pulg²

Capacidad por cortante de la viga = 25.65 Klb OK

Capacidad por cortante de la viga – Dirección corta

Cortante en la viga = 0.4596 Klb

Area resistente = 275.5 pulg²

Capacidad por cortante de la viga = 25.65 Klb OK

Revisando la capacidad por flexión – Dirección larga

Capacidad Mu = 443.902 Klb-pulg (36.9919 Klb--pie)

Mu = 6.4359 Klb-pulg (0.536325 Klb-pie) OK

Revisando la capacidad por flexión – Dirección corta

Capacidad Mu = 443.902 Klb-pulg (36.9919 Klb--pie)

Mu = 6.4359 Klb-pulg (0.536325 Klb-pie) OK

Parametro y limitacion de la relación de acero

Beta1 = 0.85

rho Balanceado = 0.03712

rho Max = 0.75(0.03712) = 0.02784

rho Min = 0.005

Calculo de la relación de acero – Dirección larga

rho = 1.86 / (39.36)(7) = 0.006751 pulg

La relación de acero es aceptable.

Calculo de la relación de acero – Dirección corta

rho = 1.86 / (39.36)(7) = 0.006751 pulg

La relación de acero es aceptable.

Calculo del ancho minimo permisible – Lado largo

$$\text{Min } b = 2(3) + 6(0.625) + 5(1) = 14.75 \text{ pulg}^2. \text{ OK}$$

Calculo del ancho minimo permisible – Lado largo

$$\text{Min } b = 2(3) + 6(0.625) + 5(1) = 14.75 \text{ pulg}^2. \text{ OK}$$

Calculo estimado del minimo espesor

Asumiendo el centroide del acero, al centro de todos los lechos

$$\text{Minimo espesor } (t) = 3 + [1(0.625) + 7] = 10.62 \text{ in. Ok.}$$

Este diseño debe ser aceptable.

ANEXO 4

**HOJAS DE CALCULO DE COSTOS
UNITARIO**

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: EXCAVACION EN FUNDACIONES E HIDRAULICA.

CANTIDAD ANALISIS: 1.00
UNIDAD: m³

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
TOTAL MATERIALES					\$0.00

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
AUXILIAR	0.5	j	\$ 9.08	1.90	\$8.63
TOTAL MANO DE OBRA					\$8.63

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$0.00	0
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$8.63
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$8.63

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO
DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: solera de fundacion SF-1 de 30x20con refuerzo 4 No 3",est. No 3"

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: m3

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	7.78	bls	\$ 6.26	1.00	\$48.70
Arena	0.54	m3	\$16.09	1.00	\$8.69
Grava	0.54	m3	\$28.00	1.00	\$15.12
agua	605.33	lts	\$0.01	1.00	\$6.05
Ho de 3/8"	1.81	qq	\$37.39	1.00	\$67.68
Alambre	10.86	lbs	\$0.65	1.00	\$7.06
TOTAL MATERIALES					\$153.30

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 Operador de concretera	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 Operador de vibrador	0.125	dia	\$ 9.08	1.90	\$2.16
3 Acarreo de material	0.125	dia	\$ 27.24	1.90	\$6.47
2 Colocacion del material	0.125	dia	\$ 18.16	1.90	\$4.31
1 Albañil	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 curado	0.360	dia	\$ 9.08	1.90	\$6.21
Armador Ho de 3/8"	1.81	qq	\$ 9.09	1.90	\$31.26
TOTAL MANO DE OBRA					\$55.73

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
concretera	0.125	dia	\$ 30.00	\$3.75
Vibrador	0.125	dia	\$ 20.00	\$2.50
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$6.25

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$153.30	1.532996
----------------------	---	---	----------	----------

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$216.81
----------------------------------------------------------------------	--	--	--	-----------------

VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$218.35
----------------------------------------	--	--	--	-----------------

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN.

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: solera de fundacion SF-2 de 30x20con refuerzo 3 No 4", est. No 3"

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: m3

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	7.78	bls	\$ 6.26	1.00	\$48.70
Arena	0.54	m3	\$16.09	1.00	\$8.69
Grava	0.54	m3	\$28.00	1.00	\$15.12
agua	605.33	lts	\$0.01	1.00	\$6.05
Ho de 3/8"	0.92	qq	\$37.39	1.00	\$34.40
Ho de 1/2"	1.44	qq	\$37.39	1.00	\$53.77
Alambre	14.16	lbs	\$0.65	1.00	\$9.20
TOTAL MATERIALES					\$175.93

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 Operador de concretera	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 Operador de vibrador	0.125	dia	\$ 9.08	1.90	\$2.16
3 Acarreo de material	0.125	dia	\$ 27.24	1.90	\$6.47
2 Colocacion del material	0.125	dia	\$ 18.16	1.90	\$4.31
1 Albañil	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 curado	0.360	dia	\$ 9.08	1.90	\$6.21
Armador Ho de 1/2"	1.44	qq	\$ 7.60	1.90	\$20.79
Armador Ho de 3/8"	0.92	qq	\$ 9.09	1.90	\$15.89
TOTAL MANO DE OBRA					\$61.15

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
concretera	0.125	dia	\$ 30.00	\$3.75
Vibrador	0.125	dia	\$ 20.00	\$2.50
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$6.25

HERRAMIENTAS MENORES

1 % \$175.93 1.7593432

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA) \$245.10**VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA) \$246.86**

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: Columna C-1 de 30x30 cm ,refuerzo 4 No 5",est. No 3" a 15 cm.

		CANTIDAD ANALISIS:		1.00	
1. MATERIALES		UNIDAD:		m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	7.78	bls	\$ 6.26	1.00	\$48.70
Arena	0.54	m3	\$16.09	1.00	\$8.69
Grava	0.54	m3	\$28.00	1.00	\$15.12
agua	605.33	lts	\$0.01	1.00	\$6.05
Ho de 5/8"	1.67	qq	\$37.39	1.00	\$62.55
Ho de 3/8"	1.30	qq	\$37.39	1.00	\$48.61
Madera	18.99	vrs.	\$1.66	1.00	\$31.52
Costanera	33.33	vrs.	\$1.66	1.00	\$55.33
Alambre	17.89	lbs	\$0.65	1.00	\$11.63
clavos	4.44	lbs	\$0.65	1.00	\$2.89
clavos	1.08	lbs	\$0.65	1.00	\$0.70
separol	2.66	gln	\$10.00	1.00	\$26.60
TOTAL MATERIALES					\$318.39
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 Operador de concretera	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 Operador de vibrador	0.125	dia	\$ 9.08	1.90	\$2.16
3 Acarreo de material	0.125	dia	\$ 27.24	1.90	\$6.47
2 Colocacion del material	0.125	dia	\$ 18.16	1.90	\$4.31
1 Albañil	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 curado	0.360	dia	\$ 9.08	1.90	\$6.21
encofrado de columna (1 carpt. + 1 aux.)	2.500	dia	\$ 20.28	1.90	\$96.33
Armador Ho de 5/8"	1.67	qq	\$ 6.89	1.90	\$21.90
Armador Ho de 3/8"	1.30	qq	\$ 9.09	1.90	\$22.45
TOTAL MANO DE OBRA					\$165.15
3. EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	
concretera	0.125	dia	\$ 30.00	\$3.75	
Vibrador	0.125	dia	\$ 20.00	\$2.50	
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA					\$6.25
HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$318.39	3.1839287	
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)					\$492.98
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)					\$496.16

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: Columna C-2 de 30x25 cm ,refuerzo 4 No 4",est. No 3" a 15 cm.

		CANTIDAD ANALISIS:		1.00	
1. MATERIALES		UNIDAD:		m3	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	7.78	bls	\$ 6.26	1.00	\$48.70
Arena	0.54	m3	\$16.09	1.00	\$8.69
Grava	0.54	m3	\$28.00	1.00	\$15.12
agua	605.33	lts	\$0.01	1.00	\$6.05
Ho de 1/2"	1.15	qq	\$37.39	1.00	\$43.00
Ho de 3/8"	1.08	qq	\$37.39	1.00	\$40.38
Madera	18.99	vrs.	\$1.66	1.00	\$31.52
Costanera	33.33	vrs.	\$1.66	1.00	\$55.33
Alambre	13.38	lbs	\$0.65	1.00	\$8.70
clavos	4.44	lbs	\$0.65	1.00	\$2.89
clavos	1.08	lbs	\$0.65	1.00	\$0.70
separol	2.66	gln	\$10.00	1.00	\$26.60
TOTAL MATERIALES					\$287.68
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 Operador de concretera	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 Operador de vibrador	0.125	dia	\$ 9.08	1.90	\$2.16
3 Acarreo de material	0.125	dia	\$ 27.24	1.90	\$6.47
2 Colocacion del material	0.125	dia	\$ 18.16	1.90	\$4.31
1 Albañil	0.125	dia	\$ 11.20	1.90	\$2.66
1 curado	0.360	dia	\$ 9.08	1.90	\$6.21
encofrado de columna (1 carpt. + 1 aux.)	2.500	dia	\$ 20.28	1.90	\$96.33
Armador Ho de 1/2"	1.15	qq	\$ 7.60	1.90	\$16.61
Armador Ho de 3/8"	1.08	qq	\$ 9.09	1.90	\$18.65
TOTAL MANO DE OBRA					\$156.06
3. EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	
concretera	0.125	dia	\$ 30.00	\$3.75	
Vibrador	0.125	dia	\$ 20.00	\$2.50	
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA					\$6.25
HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$287.68	2.876806	
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)					\$452.87
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)					\$455.74

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: Zapata z-1 de 1 x 1 m, parilla No 5 a 15cm ambos sentidos.

		CANTIDAD ANALISIS:		1.00	
		UNIDAD:		u	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	2.32	bis	\$ 6.26	1.00	\$14.52
Arena	0.16	m3	\$16.09	1.00	\$2.61
Grava	0.16	m3	\$28.00	1.00	\$4.54
agua	181.60	lts	\$0.01	1.00	\$1.82
Ho de 5/8"	0.49	qq	\$37.39	1.00	\$18.13
Madera	1.77	vrs.	\$1.66	1.00	\$2.94
Costanera	6.47	vrs.	\$1.66	1.00	\$10.74
Alambre	2.91	lbs	\$0.65	1.00	\$1.89
clavos	0.05	lbs	\$0.65	1.00	\$0.03
clavos	2.18	lbs	\$0.65	1.00	\$1.42
helados	16.00	u	\$0.30	1.00	\$4.80
TOTAL MATERIALES					\$63.44
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
hechu. y colocacion del concreto (4 aux. 1 albañil)	0.330	j	\$ 47.52	1.90	\$29.80
encofrado (1 carpt. + 1 aux.)	0.057	dia	\$ 20.28	1.90	\$2.20
desencofrado 1/3 encofrado.	0.019	dia	\$ 20.28	1.90	\$0.73
Armado Ho	0.49	qq	\$ 6.89	1.90	\$6.35
curado.	0.12	qq	\$ 9.09	1.90	\$2.06
TOTAL MANO DE OBRA					\$41.13
3. EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	
concretera	0.038	dia	\$ 30.00	\$1.14	
Vibrador	0.038	dia	\$ 20.00	\$0.76	
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA					\$1.91
HERRAMIENTAS MENORES		1	%	\$63.44	0.6343598
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)					\$107.10
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)					\$107.74

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: Zapata z-2 de 0.8 x 0.8 m, parilla No 4 a 15 cm ambos sentidos.

		CANTIDAD ANALISIS:		1.00	
1. MATERIALES		UNIDAD:		u	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	1.47	bls	\$ 6.26	1.00	\$9.21
Arena	0.10	m3	\$16.09	1.00	\$1.67
Grava	0.10	m3	\$28.00	1.00	\$2.91
agua	58.11	lts	\$0.01	1.00	\$0.58
Ho de 1/2"	0.15	qq	\$37.39	1.00	\$5.61
Madera	1.49	vrs.	\$1.66	1.00	\$2.47
Costanera	5.50	vrs.	\$1.66	1.00	\$9.13
Alambre	0.93	lbs	\$0.65	1.00	\$0.60
clavos	0.05	lbs	\$0.65	1.00	\$0.03
clavos	2.18	lbs	\$0.65	1.00	\$1.42
clavos	0.09	lbs	\$0.65	1.00	\$0.06
helados	12.00	u	\$0.30	1.00	\$3.60
TOTAL MATERIALES					\$37.31
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
hechu. y colocacion del concreto (4 aux. 1 albañil)	0.330	j	\$ 47.52	1.90	\$29.80
encofrado (1 carpt. + 1 aux.)	0.057	dia	\$ 20.28	1.90	\$2.20
desencofrado 1/3 encofrado.	0.019	dia	\$ 20.28	1.90	\$0.73
Armado Ho	0.16	qq	\$ 7.60	1.90	\$2.24
curado.	0.12	qq	\$ 9.08	1.90	\$2.05
TOTAL MANO DE OBRA					\$37.01
3. EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL	
concretera	0.038	dia	\$ 30.00	\$1.14	
Vibrador	0.038	dia	\$ 20.00	\$0.76	
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA					\$1.91
HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$37.31	0.3730623	
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)					\$76.60
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)					\$76.97

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: Hechura de cuadrados en puertas y ventanas.

CANTIDAD ANALISIS: 1.00
UNIDAD: ml

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	0.05	bls	\$ 6.26	1.00	\$0.33
Arena	0.04	m3	\$ 16.09	1.00	\$0.71
agua	0.96	lts	\$ 0.01	1.00	\$0.01
regla pacha 0.3 vrs.	3.00	U	\$ 0.80	1.00	\$2.40
TOTAL MATERIALES					\$3.45

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
repello	1.000	ml	\$ 1.14	1.90	\$2.17
afinado	1.000	ml	\$ 0.35	1.90	\$0.66
TOTAL MANO DE OBRA					\$2.83

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES 1 % \$3.45 0.0344934

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA) \$6.31

VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA) \$6.35

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: PARED DE BLOQUE DE 10X20X40

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: m2

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
Cemento	0.06	bls	\$5.79	1.00	\$0.37
HIERRO 3/8 CORRUGADO NORMA #3 O 3/8"	0.02	qq	\$37.39	1.00	\$0.79
ALAMBRE DE AMARRE 1/16	0.29	LBS	\$0.65	1.00	\$0.19
ARENA	0.07	M3	\$16.09	1.00	\$1.13
BLOCK 10X20X40	11.61	UNID	\$0.40	1.00	\$4.64
MITAD 10X20X20	1.02	UNID	\$0.20	1.00	\$0.20
DISCO PARA CONCRETO DE 9X1/8X7/8	0.04	C/U	\$2.00	1.00	\$0.08
CLAVO 21/2 DE ACERO	0.25	C/U	\$0.05	1.00	\$0.01
AGUA	613.33	LT	\$0.01	1.00	\$3.07
GROW LLENADO DE BASTONES	0.02	M3	\$110.00	1.00	\$2.53
HIERRO 1/4" CORRUGADO NORMA	0.03	QQ	\$35.00	1.00	\$0.95
			TOTAL MATERIALES		\$13.95

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
Pegamento de block 1 albañil	11.61	C/U	\$0.22	1.90	\$4.85
PERSONAL AL DIA AUXILIAR	0.17	DIA	\$9.08	1.90	\$2.88
AUXILIAR DE CURADO	0.10	DIA	\$9.09	1.90	\$1.73
Lleno de bastones	2.00	ML	\$0.62	1.90	\$2.36
COLOCACION DE Ho No 2	0.03	QQ	\$10.11	1.90	\$0.58
COLOCACION DE Ho No 3	0.021	QQ	\$9.09	1.90	\$0.36
			TOTAL MANO DE OBRA		\$12.75

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
			TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA	\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES

1 % \$13.95 0.139527

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA) \$26.84**VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA) \$26.98**

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: PARED DE BLOQUE DE 15X20X40

CANTIDAD ANALISIS: 1.00
UNIDAD: m2

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
Cemento	0.10	bis	\$5.79	1.00	\$0.56
HIERRO 3/8 CORRUGADO NORMA #3 O 3/8"	0.02	qq	\$37.39	1.00	\$0.79
ALAMBRE DE AMARRE 1/16	0.29	LBS	\$0.65	1.00	\$0.19
ARENA	0.01	M3	\$16.09	1.00	\$0.12
BLOCK 15X20X40	11.61	UNID	\$0.49	1.00	\$5.69
MITAD 15X20X20	1.02	UNID	\$0.20	1.00	\$0.20
DISCO PARA CONCRETO DE 9X1/8X7/8	0.04	C/U	\$2.00	1.00	\$0.08
CLAVO 21/2 DE ACERO	0.25	C/U	\$0.05	1.00	\$0.01
AGUA	613.33	LT	\$0.01	1.00	\$3.07
GROW LLENADO DE BASTONES	0.02	M3	\$110.00	1.00	\$2.53
HIERRO 1/4" CORRUGADO NORMA	0.03	QQ	\$35.00	1.00	\$0.95
TOTAL MATERIALES					\$14.18

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
Pegamento de block 1 albañil	11.61	C/U	\$0.22	1.90	\$4.85
PERSONAL AL DIA AUXILIAR	0.17	DIA	\$9.08	1.90	\$2.88
AUXILIAR DE CURADO	0.10	DIA	\$9.09	1.90	\$1.73
Lleno de bastones	2.00	ML	\$0.62	1.90	\$2.36
COLOCACION DE Ho No 2	0.03	QQ	\$10.11	1.90	\$0.58
COLOCACION DE Ho No 3	0.021	QQ	\$9.09	1.90	\$0.36
TOTAL MANO DE OBRA					\$12.75

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$14.18	0.14183045
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$27.08
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$27.22

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: solera intermedia, coronamiento y de mojinete 15x20x40

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: m3

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
BLOCK 0.15X0.20X0.40	2.50	C/U	\$ 0.49	1.10	\$1.35
ARENA	0.014	M3	\$ 16.09	1.35	\$4.34
GRAVA	0.01	M3	\$ 28.00	1.10	\$0.39
REF 1/4"	0.01	qq	\$ 33.93	1.10	\$0.34
REF 3/8"	0.01	qq	\$37.39	1.10	\$0.49
CEMENTO	0.20	bls	\$6.26	1.10	\$1.38
ALAMBRE	0.20	lb	\$0.65	1.10	\$0.14
TOTAL MATERIALES					\$8.43

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 ARMADOR REF 1/4"	0.009	qq	\$ 9.72	1.90	\$0.17
PEGADO DE BLOCK SOLERA	2.50	C/U	\$ 0.28	1.90	\$1.33
ALQUILER DE ANDAMIO	0.05	DIA	\$ 6.00	1.90	\$0.51
1 ARMADOR REF 3/8"	0.01	qq	\$ 8.75	1.90	\$0.20
TOTAL MANO DE OBRA					\$2.21

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
				\$0.00
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00
HERRAMIENTAS MENORES	3	%	\$10.64	0.31906425
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$10.95
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$10.95

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: PAVIMENTO PARA PATIOS DE COMPOSTAJE.

CANTIDAD ANALISIS: 10.00
UNIDAD: m2

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
cemento	15.44	bls	\$ 6.26	1.00	\$96.65
Arena	1.31	m3	\$16.09	1.00	\$21.08
Grava	1.31	m3	\$28.00	1.00	\$36.68
agua	544.80	lts	\$0.01	1.00	\$5.45
polin c 8"	0.77	pieza	\$25.00	1.00	\$19.30
Alambre	10.80	lbs	\$0.65	1.00	\$7.02
kurazol	0.50	gln	\$5.00	1.00	\$2.50
TOTAL MATERIALES					\$188.68

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 Operador de concretera	0.225	dia	\$ 11.20	1.90	\$4.79
1 Operador de vibrador	0.225	dia	\$ 9.08	1.90	\$3.88
3 Acarreo de material	0.225	dia	\$ 27.24	1.90	\$11.65
2 Colocacion del material	0.225	dia	\$ 18.16	1.90	\$7.76
1 Albañil	0.225	dia	\$ 11.20	1.90	\$4.79
1 curado	0.360	dia	\$ 9.08	1.90	\$6.21
Moldeado.	0.003	dia	\$ 9.09	1.90	\$0.05
TOTAL MANO DE OBRA					\$39.13

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
concretera	0.228	dia	\$ 30.00	\$6.84
Vibrador	0.225	dia	\$ 20.00	\$4.50
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$11.34

HERRAMIENTAS MENORES

1 % \$188.68 1.886803

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA) \$241.04

VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA) \$25.99

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: BARRAS DE AMARRE DE PAVIMENTO DE PATIOS DE COMPOSTAJE.

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: U

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
ACERO DE 1/2"	0.02	qq	\$37.39	1.00	\$0.56
DISCO	0.00	U	\$6.30	1.00	\$0.03
TOTAL MATERIALES					\$0.59

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
COLOCADO DE ACERO	0.015	qq	\$ 7.60	1.90	\$0.22
OPERADOR DE TRONZADORA	0.01	DIA	\$ 11.20	1.90	\$0.21
TOTAL MANO DE OBRA					\$0.43

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TRONZADORA	0.00	DIA	\$ 7.00	\$0.03
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.03

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$0.59	0.0058605
----------------------	---	---	--------	-----------

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$1.05
----------------------------------------------------------------------	--	--	--	---------------

VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$1.02
----------------------------------------	--	--	--	---------------

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA
MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: BARRAS PASAJUNTAS DE PAVIMENTO DE PATIOS DE COMPOSTAJE.

CANTIDAD ANALISIS: 1.00

UNIDAD: U

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
ACERO DE 1"	0.04	qq	\$37.39	1.00	\$1.50
DISCO	0.00	U	\$6.30	1.00	\$0.03
TOTAL MATERIALES					\$1.52

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
COLOCADO DE ACERO	0.04	qq	\$ 5.46	1.90	\$0.41
OPERADOR DE TRONZADORA	0.01	DIA	\$ 11.20	1.90	\$0.21
TOTAL MANO DE OBRA					\$0.63

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TRONZADORA	0.00	DIA	\$ 7.00	\$0.03
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.03

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$1.52	0.015208
----------------------	---	---	--------	----------

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$2.19
----------------------------------------------------------------------	--	--	--	---------------

VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$2.16
----------------------------------------	--	--	--	---------------

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: LAGUNA DE ESTABILIZACION

CANTIDAD 1
UNIDAD M2

MATERIALES:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	SUBTOTAL
GEOMEMBRANA HDPE 2.00 mm	M2	5.59	\$ 1.00	\$ 5.59
				-
TOTAL =				\$ 5.59

MANO DE OBRA:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	SUBTOTAL
INSTALACION	m ²	1.00	\$ 0.65	\$ 0.65
TOTAL =				\$ 0.65

MAQUINARIA Y EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL =				#¡REF!

HERRAMIENTAS:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/ UNITARIO	SUBTOTAL
Herramientas menores	%	6.00	6.24	0.37
TOTAL =				0.37

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: CANALETA PIEDRA CUARTA

CANTIDAD ANALISIS: 1.00
UNIDAD: ml

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
Cemento cuscatlan	0.72	bolsa	\$5.79	1.10	\$4.59
Piedra cuarta	0.17	m3	\$16.09	1.10	\$3.01
Arena	0.08	m3	\$16.09	1.10	\$1.42
Agua	16.28	lts	\$0.01	1.35	\$0.11
TOTAL MATERIALES					\$9.12

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
Excavacion	0.24	m ³	\$ 3.04	1.90	\$1.38
Compactación suelo cemento (incluye mat. y m. de o.)	0.12	m ³	\$ 27.53	1.90	\$6.28
Empedrado fraguado	0.80	m ²	\$ 2.22	1.90	\$3.37
Repello y afinado	0.80	m ²	\$ 2.82	1.90	\$4.29
Desalojo	0.24	m ³	\$ 30.70	1.90	\$14.00
TOTAL MANO DE OBRA					\$29.32

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES

1	%	\$9.12	0.0912032
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)			\$38.53
UNIDAD DE ANALISIS			\$1.00
COSTO UNITARIO SIN IVA			38.53

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: CANAL DE AGUAS LLUVIAS LAMINA LISA GALVANIZADA No. 26

CANTIDAD ANALISIS: 1.00
UNIDAD: ml

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
Lamina lisa galvanizada No. 26	0.21	yd	\$ 16.50	1.10	\$3.85
Electrodo 3/32	0.03	lb	\$ 9.25	0.00	\$0.00
Sierra	0.01	UNIDAD	\$ 1.00	0.00	\$0.00
					\$0.00
TOTAL MATERIALES					\$3.85

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
1 mecanico	0.34	dia	\$ 11.20	1.90	\$7.24
1 auxiliar	0.15	dia	\$ 9.09	1.90	\$2.59
TOTAL MANO DE OBRA					\$9.83

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES	1	%	\$13.67	0.1367365
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA)				\$13.81
VALOR PRECIO UNITARIO (SIN IVA)				\$13.95

PROYECTO:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION
CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN

**ELABORARON:**

AGUIRRE ELIAS, ROXANA YASMIN
CACERES ASCENCIO, CARLOS ERNESTO
GONZALEZ ROMERO, DANIEL HUMBERTO

PARTIDA: PISO DE CONCRETO

CANTIDAD ANALISIS: 12.46
UNIDAD: m2

1. MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. DESP.	SUBTOTAL
Cemento	7.60	BOLSAS	\$6.26	1.10	\$52.33
ARENA	0.54	M3	\$16.09	1.10	\$9.56
AGUA	686.00	LTS	\$0.01	1.35	\$4.63
Grava	0.65	M3	\$28.00	1.10	\$20.02
Varilla 1/4"	0.26	qq	\$31.10	1.10	\$9.03
Alambre de amarre	2.64	libra	\$0.65	1.10	\$1.89
Helados	49.00	unidad	\$0.25	1.10	\$13.48
TOTAL MATERIALES					\$110.94

2. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	F. PREST.	SUBTOTAL
ALBAÑILES 1	0.75	jor	\$11.20	1.90	\$15.96
1 MEC. ARMADOR	0.07	JOR	\$19.11	1.90	\$2.58
1 AUXILIAR TEJIDO	0.10	jor	\$9.20	1.90	\$1.75
1 AUXILIAR CURADO	1.00	DIA	\$9.12	1.90	\$17.33
TOTAL MANO DE OBRA					\$37.62

3. EQUIPO Y HERRAMIENTA

	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
TOTAL EQ. Y HERRAMIENTA				\$0.00

HERRAMIENTAS MENORES 1 % \$110.94 1.1093902

TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA + EQ. Y HERRAMIENTA (SIN IVA) \$149.67

UNIDAD DE ANALISIS \$12.46

COSTO UNITARIO SIN IVA 12.012

ANEXO 5

**ESTUDIO DE EVALUACION DE IMPACTO
AMBIENTAL DEL PROYECTO “DISEÑO DE
PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGION CENTRO Y SUR DEL
DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN”**

CONTENIDO

1. AUTORES DEL ESTUDIO	1
2. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	3
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO.....	3
3.2.1 <i>Datos de diseño</i>	3
3.2.2 <i>Descripción del Proyecto</i>	6
3.3. COMPONENTES DEL PROYECTO	7
3.3.1 <i>Camino de Acceso</i>	7
3.3.2 <i>Caseta de Control, Oficina, Bodega, y Servicio Sanitario</i>	7
3.3.3 <i>Cancha de compostaje</i>	7
3.4 OBRAS DE DRENAJE	10
3.5 EXTENSIÓN DEL TERRENO Y ÁREA A UTILIZAR	10
3.6 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	11
3.6.1 <i>Actividades a realizar en la etapa de la construcción.</i>	11
3.7 ETAPA DE FUNCIONAMIENTO	11
3.8 ETAPA DE CIERRE.....	12
4. CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y DE NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO.....	12
4.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA.....	12
4.2 CÓDIGO PENAL.	13
4.3 CÓDIGO DE SALUD	14
4.4 CÓDIGO MUNICIPAL.....	14
4.4.1 <i>Régimen sancionatorio del Código Municipal</i>	15
4.5 LEY DE MEDIO AMBIENTE.....	16
4.5.1 <i>Reglamento Especial Sobre el Manejo Integral de los Desecho Sólidos.</i>	18
5. DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SU ENTORNO	24
5.1 MEDIO FÍSICO	24
5.1.1 <i>Topografía</i>	24

5.1.2 Geomorfología y relieve	24
5.1.3 Clima	25
5.1.4 Tipo de Suelo	25
5.1.5 Geología	28
5.1.6 Hidrología superficial	29
5.1.7 Hidrología Subterránea	30
5.1.8. Estudios de Suelo	32
5.1.8.1 Investigación del subsuelo a través de Sondeos de Penetración Estándar, SPT.	32
5.1.8.2 Exploración Geo-eléctrica del Subsuelo del sitio seleccionado	38
5.1.8.3 Sondeo del subsuelo a través de perforación de 20 metros	39
5.1.9 Ensayos de Permeabilidad	40
5.1.9.1 Ensayos Lefranc	40
5.1.9.2 Ensayos Lugeon	41
6. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	
POTENCIALES	42
6.1 MÉTODO DE PRIORIZACIÓN DE IMPACTOS EN EL AMBIENTE	42
6.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	42
6.3 RESUMEN E INTERACCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO Y EL COMPONENTE AMBIENTAL	46
6.4 IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS	47
7. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	48
7.1 MEDIDAS DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL POR ETAPA DEL PROYECTO	48
7.1.1 Etapa de construcción de Relleno Sanitario	48
7.1.2 Etapa de Funcionamiento del Relleno Sanitario	48
7.1.3 Etapa de cierre de Relleno Sanitario	49
7.1.4 Programa de Manejo Ambiental y Monitoreo	51
8. BIBLIOGRAFÍA	58

1. AUTORES DEL ESTUDIO

- Aguirre Elías Roxana Yazmin.
- Cáceres Ascencio Carlos Ernesto.
- González Romero Daniel Humberto.

2. RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto " PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LAS MICROREGIONES CENTRO Y SUR DE AHUACHAPAN", en el Departamento de Ahuachapán (integradas por Micro Región Centro: Ahuachapán, Apaneca y Tacuba; Micro Región Sur: Jujutla y San Pedro Puxtla).

Este proyecto consiste en la instalación de una planta de compostaje a un costado del relleno sanitario, el cual consiste en la transformación de residuos orgánicos de origen domiciliar y del mercado para la elaboración de un producto denominado "compost", que puede ser utilizado como mejorador y acondicionador de suelos en la agricultura, recuperación de suelos degradados, e incluso para uso domiciliar.

Las actividades a desarrollar son las que a continuación se describen:

Etapas de construcción

Esta etapa comprende el inicio de la construcción, la preparación de la infraestructura básica como caminos de accesos, a los patios, caseta de operaciones, bodegas de almacenamiento de compost y bodega de almacenamiento de reciclaje cercado del terreno y la habilitación del primer patio de compostaje con una capacidad para 30 pilas al inicio solo se construirán tres patios pero para el periodo de diseño de 15 años y debido al incremento de la generación de desechos sólidos se habilitara el patio numero 4

El diseño general comprende 4 canchas de compostaje de 44.90 ancho y 58.60 de largo con su pendiente, conformadas de pavimento rígido con un espesor de 18 cm. con sus respectivas canaletas para la evacuación de los lixiviados orgánicos hacia una balsa, de la cual estos serán colocados a las nuevas pilas conformadas con materia orgánica para acelerar el proceso de descomposición. Calles de acceso, caseta de control, área de parqueo, letrina abonera, bodegas de almacenamiento.

Etapas de funcionamiento

Comprende todas las actividades que conforman el funcionamiento de una planta de compostaje, siendo las principales: la entrada y salida de camiones, así como las actividades de esparcir los desechos sólidos en las pilas de 1.5 mts de alto, 2 mts de ancho y 15 mts de largo, para la conformación de los patios de compostaje, (**Ver planos:** 3/24 y 5/24); una vez depositados los desechos orgánicos se tendrá un control de la humedad, así como la aireación del mismo lo que permitirá el aceleramiento del proceso y evitar los malos olores.

Dentro del equipo a utilizar estará un bobcat con capacidad de cucharón de 0.4 m³ y un pick up para trasladar el compost desde los patios hasta la bodega de almacenamiento.

Etapas de Cierre y/o Abandono

En la etapa de cierre y/o abandono se retirará cualquier resto de residuos orgánicos, material compostado maduro e inmaduro, y maquinaria pesada del lugar.

La infraestructura restante sólo consistirá en los cercos perimetrales, una cancha de pavimento rígido con sus respectivos sistemas de drenaje y

captación de aguas lluvia, el camino de acceso, a los patios, bodegas y oficina, todas instalaciones que podrán ser utilizadas para una nueva actividad.

Dentro del Plan de Manejo Ambiental se presentan los aspectos relacionados con el monitoreo ambiental de las actividades a desarrollar En forma integrada se presenta la Bibliografía consultada para el desarrollo de la investigación documental y de apoyo del estudio.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.1 Ubicación del proyecto

El sitio donde se ubicará la planta de compostaje se selecciono de 3 sitios evaluados con los criterios de la ley del medio ambiente y posteriormente con una Matriz de Selección de sitio de disposición final, con los componentes social, ambiental y económico. el cual ya había sido realizado para la construcción del relleno sanitario.

El inmueble seleccionado para construir la planta de compostaje se ubica a un costado del relleno sanitario el cual tiene un acceso directo de la carrera panamericana a las chinamas (CA-8) a 50 metros, en el lugar conocido como Joya de Morales, Hacienda Tecolocoy, Cantón Las Chinamas, municipio de Ahuachapán, Departamento de Ahuachapán, con coordenadas N 13° 55' 58.9"; W 89° 51' 00.5" Ver Plano No.1.

3.2 Parámetros de diseño del Proyecto

3.2.1 Datos de diseño

Los datos que sirvieron para estimar la generación de desechos y el volumen de desechos orgánicos que se podrá compostar en la planta, son: la Población urbana del año 2010 al año 2025, (Ver Tabla 1); la generación urbana per cápita PPC y proyectada 2010-2025, (Ver tabla 2), la densidad de desechos

sólidos orgánicos cabe mencionar que la cantidad de desechos sólidos generados es alta por lo cual se compostará un sexto de lo generado que equivale aproximadamente a 8.27 toneladas de materia orgánica al inicio de la puesta en marcha de la planta de compostaje, con el incremento de la producción percapita que es de 1% por año se tendrá la capacidad de compostar hasta 13.31 toneladas en los cuatro patios de los cuales dispone la planta de compostaje.

Plano 1 Ubicación de planta de compostaje a un costado del relleno sanitario.

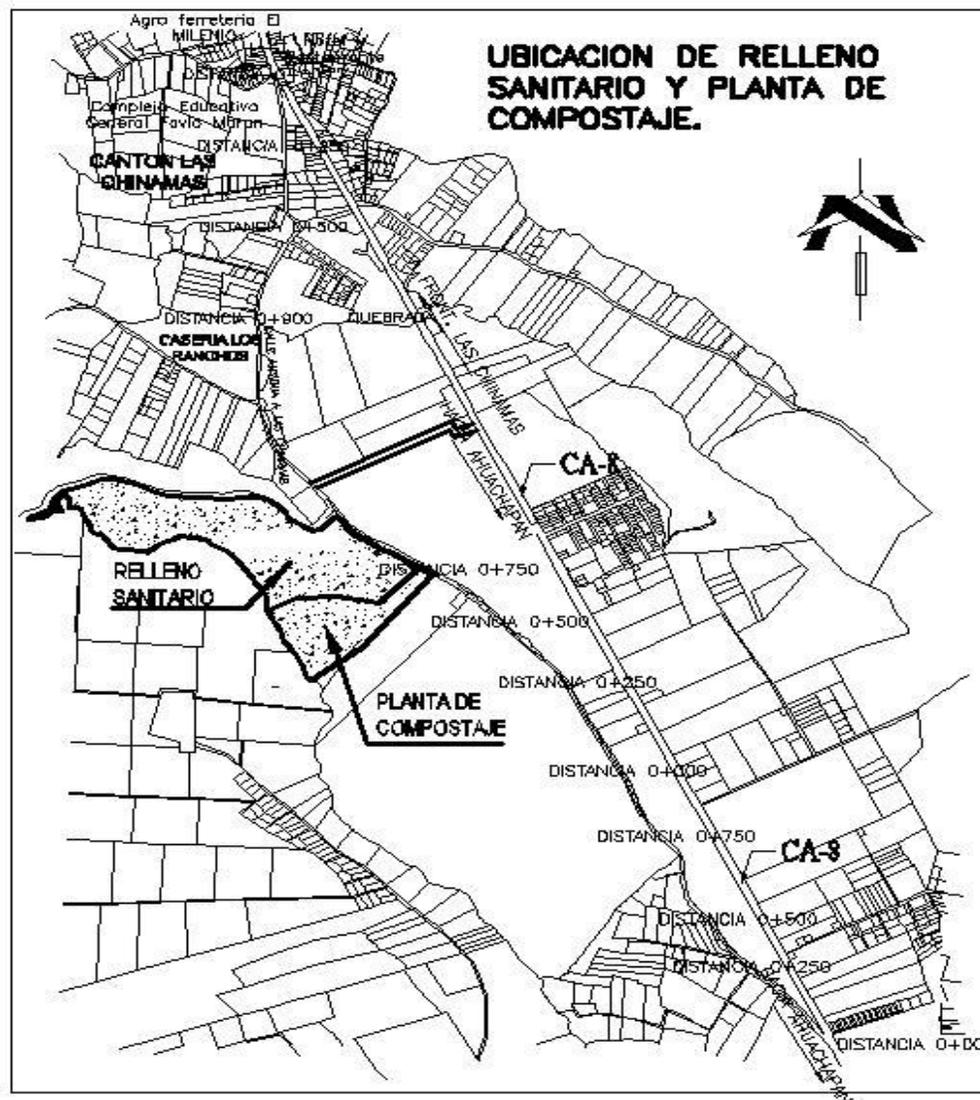


Tabla 1 Proyección de la población del año 20100 al 2025.

PROYECCION DE LA POBLACION					
AÑO	AHUACHAPAN (Hab.)	TACUBA (Hab.)	APANECA (Hab.)	JUJUTLA (Hab.)	SAN PEDRO PUXTLA (Hab.)
2010	68619,000	5028,100	4490,000	7434,000	1973,000
2011	70238,408	5075,364	4505,715	7617,620	2002,200
2012	71896,035	5123,073	4521,485	7805,775	2031,833
2013	73592,781	5171,229	4537,310	7998,578	2061,904
2014	75329,571	5219,839	4553,191	8196,143	2092,420
2015	77107,349	5268,905	4569,127	8398,587	2123,388
2016	78927,082	5318,433	4585,119	8606,032	2154,814
2017	80789,761	5368,426	4601,167	8818,601	2186,705
2018	82696,400	5418,890	4617,271	9036,421	2219,069
2019	84648,035	5469,827	4633,431	9259,620	2251,911
2020	86645,728	5521,244	4649,648	9488,333	2285,239
2021	88690,568	5573,143	4665,922	9722,695	2319,061
2022	90783,665	5625,531	4682,253	9962,845	2353,383
2023	92926,159	5678,411	4698,641	10208,928	2388,213
2024	95119,217	5731,788	4715,086	10461,088	2423,558
2025	97364,030	5785,667	4731,589	10719,477	2459,427

Fuente elaboración propia en base a censo de población y vivienda 2007 (DIGESTYC).

Tabla 2 Proyección de la Producción Percapita.

PROYECCION DE PRODUCCION PERCAPITA DE DESECHOS SOLIDOS kg/hab/dia					
AÑO	AHUACHAPAN	TACUBA	APANECA	JUJUTLA	SAN PEDRO PUXTLA
2010	0.806	0.490	0.830	0.557	0.751
2011	0.814	0.495	0.838	0.563	0.759
2012	0.823	0.500	0.847	0.568	0.766
2013	0.831	0.505	0.855	0.574	0.774

2014	0.839	0.510	0.864	0.580	0.781
2015	0.848	0.515	0.872	0.585	0.789
2016	0.856	0.520	0.881	0.591	0.797
2017	0.865	0.525	0.890	0.597	0.805
2018	0.873	0.531	0.899	0.603	0.813
2019	0.882	0.536	0.908	0.609	0.821
2020	0.891	0.541	0.917	0.615	0.830
2021	0.900	0.547	0.926	0.621	0.838
2022	0.909	0.552	0.935	0.628	0.846
2023	0.918	0.558	0.945	0.634	0.855
2024	0.927	0.563	0.954	0.640	0.863
2025	0.936	0.569	0.964	0.647	0.872

Fuente: Elaboracion propia.

Nota: Debido al consumismo, la producción Ppc aumenta 1% Anual.

3.2.2 Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una planta de compostaje en un inmueble de 28,534.99 M2 ubicado en el cantón Las Chinamas, con capacidad para recibir 13.31 toneladas de materia orgánica para la producción del compostaje desde el año 2010 hasta el año 2025 para una vida útil de 15 años.

El método a utilizar en la construcción y operación de la planta de compostaje esta basado en el sistema aerobico de compostaje en pilas ya que es el sistema mas económico para la implementación de plantas de compostaje, el cual consiste en colocar materia orgánica en los patios construidos de pavimento rígidos, con sus respectivas canaletas para evacuar los lixiviados orgánicos hacia una balsa y luego ser reintegrado a nuevas pilas de compostaje. Pará luego controlar su humedad y dar aireación de una manera mecanizada a través de un bobcat al menos una vez por semana para acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica para obtener el compost.

Como todo proyecto de este tipo, también incluye obras complementarias, que facilitan la operación, obras que en su mayoría se construirán junto a la primera fase, tal como: Caseta de Control, Oficina, Bodega, Servicio Sanitario, Cercado del terreno, con sus respectivos portones de acceso, caminos que permitan llegar a cada una de Los patios de compostaje.

3.3. Componentes del Proyecto

3.3.1 Camino de Acceso

Consiste en la conformación con niveles, corte y compactación del acceso de vehículos que llegaran a descargar a la fase en funcionamiento, dentro de la planta de compostaje. Todos caminos de acceso a los patios tendrán 6 metros de rodaje.

3.3.2 Caseta de Control, Oficina, Bodega, y Servicio Sanitario.

Estas instalaciones servirán para controlar todas las actividades de funcionamiento, apoyo administrativo y la vigilancia del relleno, a la vez que le provee de servicio sanitario de letrina abonera.

en esta zona estará el sistema de agua potable que se conforma por un tanque que será abastecido por camión cisterna conforme a la demanda del lugar.

Se instalara un portón que servirá de acceso a la planta de compostaje el portón será de ancho 7.0 m tubo galvanizado con malla ciclón.

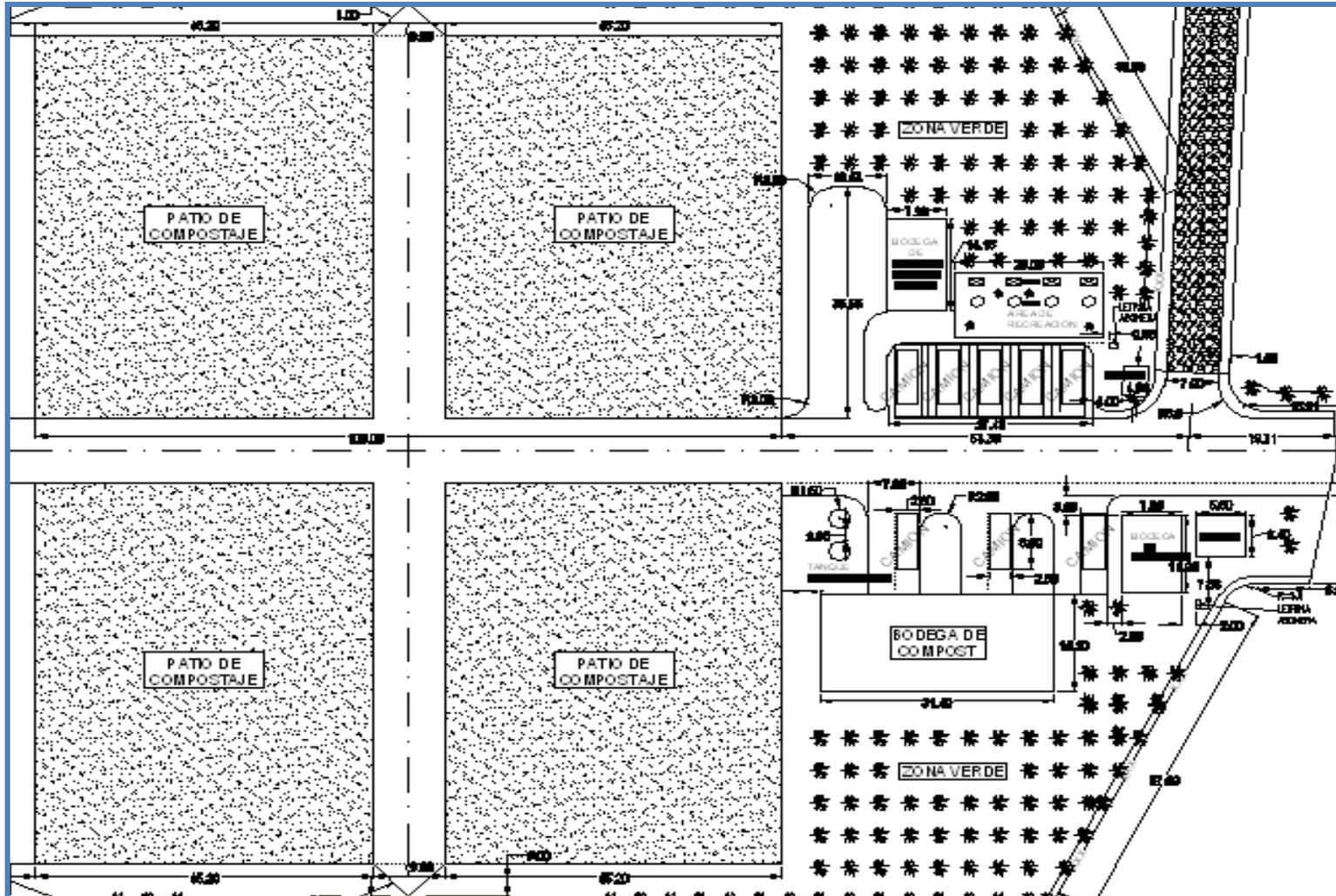
3.3.3 Cancha de compostaje.

La habilitación del terreno para la instalación de la Planta de compostaje de residuos orgánicos, se iniciará con el retiro de tierra de escarpe de una superficie de 10,612.96 M². Esta superficie será rellenada con una capa base de material selecto espesor 30 cm en dos capas de 15 cm con 95% de la densidad máxima fijada por la AASHTO T- 180 y finalmente una capa de

pavimento rígido de 18 cm. Es importante señalar que aparte de las obras de nivelación del terreno, no se contempla la ejecución de excavaciones.

Como ya se ha explicado los desechos sólidos orgánicos serán dispuestos en las pilas de 1.5m de alto ,2.5m de ancho y 15 m de largo. El diseño de la cancha contempla una pendiente de 5% , con el fin de asegurar la evacuación de los lixiviados orgánicos y aguas lluvias, para conducirlos al sistema de recolección que serán distribuidas en los patios para evacuar los lixiviados orgánicos a través de la canaleta , hacia la balsa de lixiviados que luego serán reutilizados en las pilas nuevas de compost que se van conformando.

Figura 1 Esquema de patios de compostaje.



3.4 Obras de drenaje

Para la evacuación de los lixiviados se construirán canaletas trapezoidales, así como se tomara en cuenta las precipitaciones en la época lluviosa para lo cual se construirá una laguna para la estabilización de lixiviados.

3.5 Extensión del terreno y Área a utilizar

El terreno posee una extensión superficial de 28,534.99 m², de las cuales se destinará un porcentaje de área para las canchas y las instalaciones complementarias de la planta de compostaje. En el cuadro 3 se detalla cada una de las áreas.

Tabla 3 porcentajes de área de la planta de compostaje.

CUADRO DE ÁREAS TOTALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	MTS ²	%
Patios de compostaje	4	10,612.96	37.19
Lagunas de estabilización	2	3,456.00	12.11
Bodega para almacenamiento de compostaje	1	474.14	1.66
Bodega de reciclables	1	94.90	0.33
Bodega de herramientas y garaje	1	111.78	0.39
Oficina	1	42.24	0.14
Área de recreación	1	200.00	0.70
Parqueo	1	281.73	0.99
Calle de acceso	1	1,960.83	6.87
Área para mobiliario interna	VARIOS	3,666.15	12.85
Área verde	VARIOS	4,900.33	17.20
Espacios abiertos	VARIOS	2,734.43	9.58
Total	-	28,534.99	100

3.6 Etapa de construcción

Una de las características de las plantas de compostaje es el de ser una obra civil, que utiliza técnicas de ingeniería Civil y Sanitaria en su diseño y construcción, diferenciándose de otras infraestructuras en cuanto a que su construcción se desarrolla por etapas a lo largo de su vida útil, definida ésta por el tiempo que éste es capaz de recibir desechos sólidos orgánicos y acondicionarlos en los patios de compostaje.

3.6.1 Actividades a realizar en la etapa de la construcción.

Construcción de caseta de control, oficina, bodega y servicio sanitario
Nivelación de terreno: corte y relleno construcción de paredes.

- ✓ Construcción de camino de acceso.
Descapote y nivelación Corte y relleno.
- ✓ Construcción de obras de drenaje y tratamiento de lixiviados.
Excavación de zanjas Colocación de tuberías.
- ✓ Construcción de obras de drenaje para escorrentía superficial.
Excavación Movimientos de tierra.
- ✓ Construcción de patios de compostaje.
Corte en terraza construcción del pavimento rígido.
- ✓ Construcción de áreas de protección, reforestación y amortiguamiento.
Ahoyado Sembrado.

3.7 Etapa de funcionamiento

Comprende todas las actividades que conforman el funcionamiento de una Planta de compostaje, siendo las principales: la entrada y salida de camiones, así como las actividades de esparcir los desechos sólidos orgánicos para

conformar las pilas, el volteo, control de la humedad, el tamizado y almacenamiento en bodega del producto terminado.

3.8 Etapa de cierre

En la etapa de cierre y/o abandono se retirará cualquier resto de residuos orgánicos, material compostado maduro e inmaduro, y maquinaria pesada del lugar.

La infraestructura restante sólo consistirá en los cercos perimetrales, una cancha de pavimento rígido con sus respectivos sistemas de drenaje y captación de aguas lluvia, el camino de acceso, a los patios, bodegas y oficina, todas instalaciones que podrán ser utilizadas para una nueva actividad.

4. CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y DE NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO

MARCO LEGAL.

4.1 Constitución de la Republica.

Como base fundamental del ordenamiento jurídico la Constitución de la República reconoce a la persona humana como el origen y el fin de la actividad del Estado que esta organizado para la consecución entre otras cosas, del bien común y para asegurar a los habitantes de el goce de la salud.

El Artículo 65 amplía estas disposiciones refiriendo que la salud de los habitantes de la República constituye un bien público y que el Estado y las personas están obligados a velar por su conservación y restablecimiento.

El Título V, referente el orden económico, en el Artículo 117 declara de interés social la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales. El Estado debe crear los incentivos económicos y proporcionar la

asistencia técnica necesaria para el desarrollo de los programas adecuados. La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales y del medio ambiente debe ser objeto de leyes especiales.

LEGISLACIÓN SECUNDARIA EN EL SALVADOR RELACIONADA CON LOS DESECHOS SÓLIDOS.

4.2 Código Penal.

El título X, Capítulo II trata de los delitos relativos a la naturaleza y el medio ambiente. Aquí se establecen disposiciones que tienen relación con los desechos sólidos y conductas que están tipificadas como DELITOS, así:

A. La contaminación agravada.

El Artículo 255 refiere “El que provocare o realizare, directa o indirectamente, emisiones, radiaciones, vertidos, vibraciones, inyecciones o depósitos de cualquier clase, en la atmósfera, en el suelo o a las aguas terrestres, marinas o subterráneas, que pudieran perjudicar gravemente las condiciones de vida o de salud de las personas o las de vida silvestre, bosques, espacios naturales o plantaciones útiles, será sancionado con prisión de dos a cuatro años y multa de doscientos a doscientos cincuenta días multa.

B. Contaminación ambiental agravada.

El artículo 256 establece la CONTAMINACIÓN AMBIENTAL AGRAVADA. La pena se aumenta entre tres a seis años de prisión y multa de doscientos cincuenta a trescientos días multa, si la actividad contaminante funcionare clandestinamente, o sea sin permiso o que ella hubiera desobedecido las ordenes de corrección o suspensión de la actividad o aportado información falsa sobre los aspectos ambientales de la misma actividad o si se hubiere obstaculizado las actividades de inspección de la administración.

4.3 Código de Salud

El establece que la salud de los habitantes de la República, constituyen un bien público y que el Estado y las personas están obligados a velar por su conservación y restablecimiento.

El estado determinará la política nacional de salud y, controlará y supervisará su aplicación.

El Artículo 40 establece que es el MSPAS, el responsable de planificar y ejecutar esta política, distar las normas pertinentes, organizar, coordinar y evaluar la ejecución de las actividades relacionadas con la salud.

El Artículo 56 del código establece que corresponde al MSPAS, por medio de sus organismos locales, como unidades de salud, desarrollar programas de saneamiento ambiental encaminados a lograr, para la colectividad, “la eliminación de basuras y de otros desechos”.

El Artículo 78 del código establece que es el MSPAS el que directamente o por medio de organismos competentes debe tomar las medidas para proteger a la población de contaminación por humos, ruidos y vibraciones, olores desagradables, gases tóxicos, pólvora y otros contaminantes atmosféricos.

4.4 Código Municipal

El código municipal tiene como base constitucional el título VI relativo a los órganos del gobierno, atribuciones y competencias; Capítulo VI referente al gobierno local, sección segunda, las municipalidades y específicamente el inciso primero del artículo 203 en el que la carta magna prescribe que los municipios son autónomos y que se regirán por un código municipal. El cual establece los principios generales para su organización, funcionamiento y el ejercicio de sus facultades autónomas.

El art.1 del código municipal establece que el objeto del mismo es desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento, y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.

El título III “De la competencia municipal”, Capítulo único, art.4, numeral 19, prescribe “Compete a los municipios la prestación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de basuras”. El término basura se considera desactualizado por lo que se requiere modificarlo para que abarque de forma amplia y clara los residuos que son objeto del servicio.

La disposición anteriormente citada, requiere para su implementación y ejecución práctica de un marco normativo que establezca los mecanismos y procedimientos para la prestación de servicios. Esto se ha regulado en algunos municipios por medio de ordenanzas municipales a que se refiere el título II, “De los conceptos generales”, capítulo único, art.3, numeral 5, en el que se prescribe la autonomía del municipio se extiende a decretar ordenanzas y reglamentos locales.

4.4.1 Régimen sancionatorio del Código Municipal

El título X, “De las Sanciones, Procedimientos y Recursos”, en su capítulo único. art.126 establece las sanciones que pueden prescribirse en las ordenanzas municipales, incluyendo el arresto, multa, decomiso y clausura. El art. 128, establece que la multa debe tener un monto máximo de diez mil colones, que podrá imponerse por infracciones a las ordenanzas municipales. Se considera que esta sanción es restrictiva y de poca cuantía. Ella es subjetiva y la cantidad no es representativa. Además no se considera el resarcimiento al daño causado.

Se destaca también lo previsto en el art.130, que establece la oficiosidad en el inicio del proceso cuando el alcalde o funcionario delegado tiene conocimiento

del cometimiento de una infracción a las ordenanzas municipales. No obstante, pese a las constantes denuncias respecto a infracciones a estas con relación a problemas de residuos sólidos, no se hace acopio de lo que esta disposición prescribe, quedando impune la contaminación del ambiente por tales desechos.

4.5 Ley de Medio Ambiente

El art.1 de la ley del Medio Ambiente refiere que “La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente, el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

El tema de los desechos sólidos está enmarcado dentro de los objetivos que persigue la ley. Resulta importante la mención que hace la ley a la aplicación de los tratados y convenios internacionales en materia ambiental.

La ley exige la aplicación del “Convenio de Basilea” y el “Acuerdo sobre movimiento transfronterizo de desechos peligrosos en la región centroamericana”.

Desechos municipales

También en relación con desechos sólidos, la ley en su capítulo III “Prevención y Control de la Contaminación”; se refiere a la CONTAMINACION Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS, “El Ministerio del Medio Ambiente promoverá en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y

Asistencia Social, Gobiernos municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el Reglamento y Programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final”.

La ley establece la necesidad de la coordinación interinstitucional, entre los organismos que son los responsables, cada uno en su campo, de la gestión de los desechos sólidos. También está prescrito que debe establecerse un reglamento y programas relativos a los desechos sólidos.

Infracciones ambientales

Infracciones ambientales son las acciones u omisiones cometidas por personas naturales o jurídicas, inclusive el Estado y los municipios. Se clasifican en MENOS GRAVES, Y GRAVES, para lo que se tomará en cuenta el daño causado al medio ambiente.

Sanciones

Las sanciones por las infracciones establecidas a la ley serán aplicadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) La sanción será de multa y se establecerá en base a salarios mínimos mensuales. Las infracciones MENOS GRAVES, se sancionarán entre dos a cien salarios mínimos mensuales y las infracciones GRAVES, se sancionaran entre ciento uno a cinco mil salarios mínimos. En la imposición de las sanciones, según lo prescrito por la ley se tomara en cuenta el principio de proporcionalidad.

4.5.1 Reglamento Especial Sobre el Manejo Integral de los Desecho Sólidos.

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO ÚNICO

DEL OBJETO, DEL ALCANCE Y DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Objeto y Alcance

Art. 1.- El presente Reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

Ámbito de Aplicación

Art. 2.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán en todo el territorio nacional y serán de observancia general y de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica.

Glosario

Art. 3.- Los conceptos y sus correspondientes definiciones empleados en este Reglamento, constituyen los términos claves para la interpretación del mismo, y se entenderán en el significado que a continuación se expresa, sin perjuicio de los conceptos empleados en la Ley, así los contenidos en los instrumentos internacionales sobre la materia.

- a. Almacenamiento: Acción de retener temporalmente desechos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.
- b. Aprovechamiento: Todo proceso industrial y/o manual, cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos.
- c. Botadero de Desechos: Es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuadas y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
- d. Compostaje: Proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente.
- e. Contaminación por desechos sólidos: La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos.
- f. Contenedor: Recipiente en el que se depositan los desechos sólidos para su almacenamiento temporal o para su transporte.
- g. Desechos Sólidos: Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.
- h. Disposición Final: Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.
- i. Estación de Transferencia: Instalación permanente o provisional, de carácter

intermedio, en la cual se reciben desechos sólidos de las unidades recolectoras de baja capacidad, y se transfieren, procesados o no, a unidades de mayor capacidad, para su acarreo hasta el sitio de disposición final.

j. Generador de desechos sólidos: Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos sólidos.

k. Lixiviado: Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

l. Gestión Integral: Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

m. Relleno Sanitario: Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados.

n. Relleno Sanitario Manual: Es aquél en el que sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción y el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, pueden realizarse manualmente.

o. Relleno Sanitario Mecanizado: Es aquél en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y de esta forma realizar todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.

- p. Reciclaje: Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.
- q. Recolección: Acción de recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, rehusó o a los sitios de disposición final.
- r. Recolección Selectiva: Acción de clasificar, segregar y presentar segregadamente para su posterior utilización.
- s. Reutilización: Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.
- t. Reducción en la Generación: Reducir o minimizar la cantidad o el tipo de residuos generados que deberán ser evacuados. Esta reducción evita la formación de residuos, mediante la fabricación, diseño, adquisición o bien modificación de los hábitos de consumo, peso y generación de residuos.
- u. Segregación en la Fuente: Segregación de diversos materiales específicos del flujo de residuos en el punto de generación. Esta separación facilita el reciclaje.
- v. Tara: Peso neto de un vehículo de transporte.
- w. Tratamiento o Procesamiento: Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

TITULO II

DEL MARCO GENERAL

CAPITULO ÚNICO

DE LAS RESPONSABILIDADES Y ATRIBUCIONES

Responsabilidades del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Art. 4.- Serán responsabilidades del Ministerio:

- a. Determinar los criterios de selección para los sitios de estaciones de transferencias, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.
- b. Emitir el permiso ambiental de acuerdo a lo establecido en la Ley para todo plan, programa, obra o proyecto de manejo de desechos sólidos.

TITULO III

DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES

CAPITULO I

DEL ALMACENAMIENTO

Especificación de almacenamiento temporal.

Art. 5.- En aquellos casos en que se establezcan sitios de almacenamiento colectivo temporal de desechos sólidos en las edificaciones habitables, deberán cumplir, en su grado mínimo, con las siguientes especificaciones:

- a. Los sistemas de almacenamiento temporal deberán permitir su fácil limpieza y acceso.
- b. Los sistemas de ventilación, suministro de agua, drenaje y de control de incendios, serán los adecuados.

- c. El diseño deberá contemplar la restricción al acceso de personas no autorizadas y de animales; y
- d. Los sitios serán diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable.

CAPITULO IV DEL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO

Tratamiento de desechos sólidos

Art. 11.- La utilización del Sistema de Tratamientos de Desechos Sólidos en el país dependerá fundamentalmente de la naturaleza y la composición de los desechos. Para los efectos del presente Reglamento, se identifican los siguientes Sistemas de Tratamiento:

- a. Compostaje.
- b. Recuperación, que incluye la reutilización y el reciclaje; y
- c. Aquellos específicos que prevengan y reduzcan el deterioro ambiental y que faciliten el manejo integral de los desechos.

Para la aplicación de estos Sistemas de Tratamientos se requerirá la obtención del permiso ambiental.

ANEXO CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROYECTOS DE COMPOSTAJE

Criterios Mínimos para establecimiento de un proyecto de compostaje.

Para el establecimiento de Proyectos de Compostaje se deberán respetar los criterios siguientes:

- a) Proporción Carbono: Nitrógeno de 25:1 – 35:1.

- b) Temperatura de 40-50 °C.
- c) Humedad entre el 40 o 50%.
- d) Preferiblemente incorporar materiales en el rango de 1 a 4 centímetros de diámetro.

5. DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SU ENTORNO

5.1 Medio Físico

5.1.1 Topografía

El terreno ubicado en el cantón las chinamas, del municipio de Ahuachapán, esta caracterizado por una topografía plana, ligeramente inclinada en dirección Nor-este, con pendientes promedios de 5.2 % . , en su parte plana alcanza la cota 600 msnm como máximo y como mínima la 590 msnm.

5.1.2 Geomorfología y relieve

El área de estudio se encuentra ubicada en la unidad geomorfológica denominada FOSA CENTRAL, la que atraviesa al país de este a oeste, cuyo origen se debe a la acción de fuerzas tectónicas y volcánicas. Primero se desarrolló una actividad tectónica originando la Fosa Central, por callamientos Oeste, Nor-Este, sobre esta línea de falla se desarrolló el volcanismo principal, formándose estratos volcanes, ubicados al Sur-Este de la ciudad de Ahuachapán. El relieve del área del entorno del terreno, tiene un relieve propio de planicie, topografía plana con pequeñas ondulaciones, su altura es de 500 a 700 m.s.n.m., constituidas por rocas volcánicas pleistocénicas que rellenan la fosa central.

5.1.3 Clima

La región donde se ubica la estación y la región se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como **sabana tropical caliente ó tierra caliente** (0-800 m.s.n.m.) la elevación es determinante (570-595 m.s.n.m.), la temperatura promedio oscila entre 22° y 28° . Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y lluviosa con velocidad promedio anual es de 8.1 Km./h., la humedad relativa del aire media anual es de 84%, en la estación de verano la mínima es 63%. A continuación se presenta un cuadro resumen de la estación de Ahuachapán la cual presenta condiciones climáticas y edáficas similares y es la más representativa de la zona a una altura promedio de 725 m.s.n.m. el cuadro presenta promedios mensuales de las variables más importantes:

Tabla No 4 Resumen de las Condiciones Climáticas.

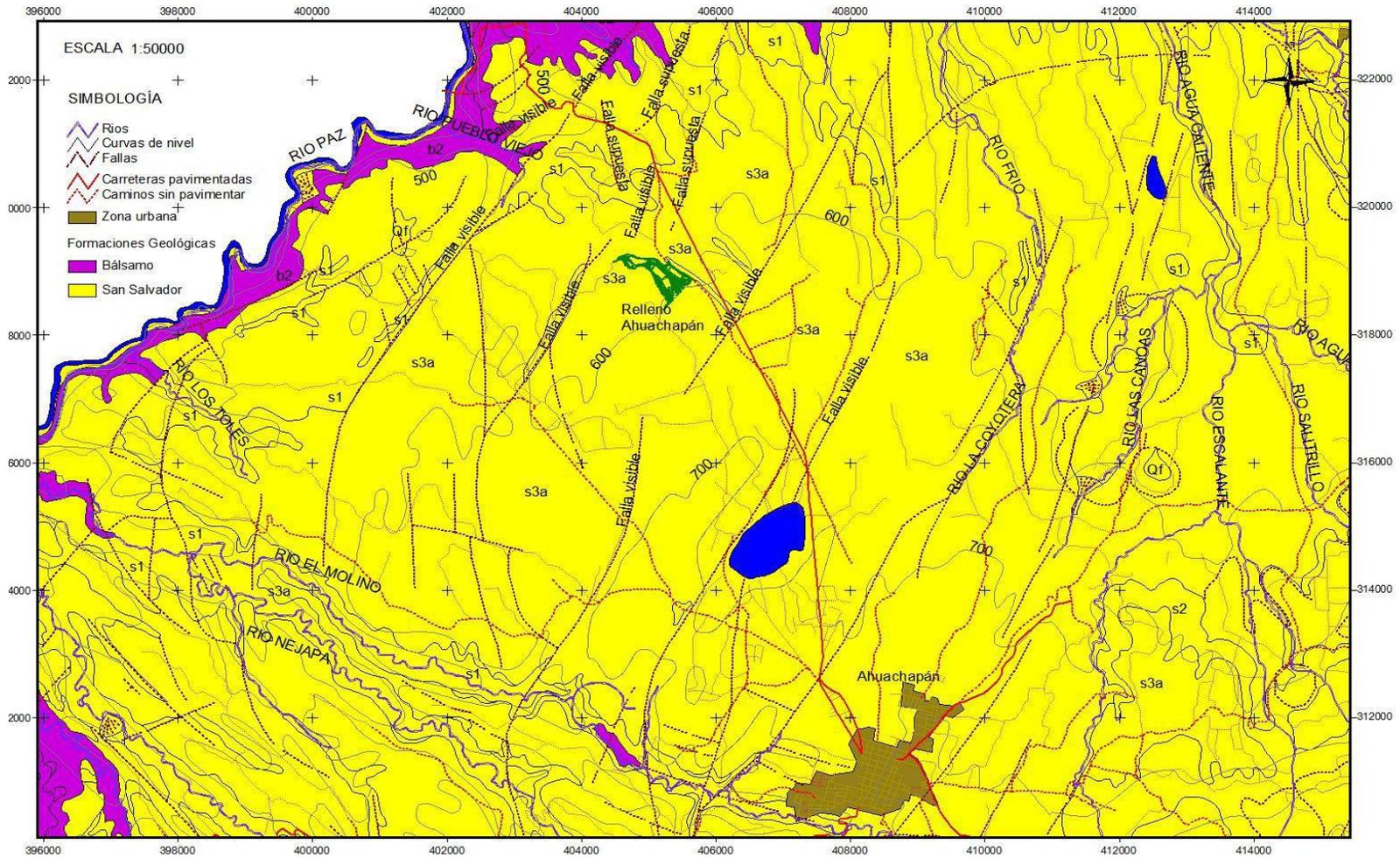
Estación: Ahuachapán		ELEVACIÓN 725 m.s.n.m.										
Departamento: Ahuachapán												
PARAMETROS /MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (ml/mes)	3	3	6	46	168	331	361	331	375	196	34	5
Temperatura promedio °C	21.7	22.2	23.6	24.4	24.2	23.2	23.3	23.0	23.0	23.0	22.5	22.0
Velocidad viento km/h	10	10.9	9	9.5	7.5	6.8	7.4	6.6	6.1	6.5	8.2	9.1
Humedad relativa (%)	65	63	66	66	76	82	70	81	84	81	71	66
Nubosidad en /10	2.8	2.4	3.6	4.2	6.2	7.1	6.4	7.1	7.6	6.4	4.3	3.2
Evapotranspiración	133	133	164	171	163	143	169	149	132	132	128	128

Fuente: Servicio de meteorología e hidrología. Ministerio de Agricultura y Ganadería./Variabilidad Climática, Sequía y Desertificación.

5.1.4 Tipo de Suelo

Los diferentes tipos de suelo que existen en el departamento son, Grumosotes, Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos. Vertisoles y Alfisoles, (Fase de casi a nivel a fuertemente alomadas), Latosoles Arcillo Rojizos. Alfisoles. (Fases de cenizas volcánicas profundas, de ondulada a fuertemente alomada), Latosoles Arcillo

Rojizos y Litosoles. Alfisoles (Fase pedregosa superficial, de ondulada a montañosa muy accidentada); Latosoles Arcillo rojizo, Andasoles y Litosoles. Alfisoles e inceptisoles (Fase ondulada a montañosa accidentada de pedregosidad variable). En un área de 3 kilómetros de radio partiendo del terreno, el tipo de suelo que se encuentra son Latosoles arcillo rojizo, hacia el norte y oeste se encuentran Grumosoles, al este se extiende sobre la planicie los Latosoles arcillo rojizos y al sur Andisoles. En el área específica donde se desarrollara el proyecto se localizan suelos Latosoles Arcillosos rojizo y pendientes inferiores a 5%(Ver **Mapa1**, Mapa Geologico según SIG-MARN).



5.1.5 Geología

Por otro lado, el Mapa Geológico establece que las características geológicas de la zona de estudio el área del proyecto está cubierta por materiales de la Formación San Salvador, con suelos predominantemente limo arcillosos que sobre yacen a un estrato de tobas aglomeráticas compactas, de bajísima permeabilidad, que cubre la mayor parte del área del proyecto. En algunas partes se observa el afloramiento de estratos rocosos parcialmente meteorizados, que han dado origen a la formación de materiales granulares limo-arcillosos, con cierto contenido de arenas y gravas. Observando también, varias líneas de fallas secundarias con sentido NNE-SSE.

Para investigar las características geológicas del subsuelo del área del proyecto, se realizaron 3 estudios Geotécnicos: 1- Sondeos de Penetración Estándar (SPT); 2- Exploraciones Geo-eléctricas del Subsuelo; y 3- Estudio Geotécnico con recuperación continua de núcleos.

De acuerdo con los resultados se pudo confirmar que la geología del lugar corresponde a la identificada en la zona y en el mapa geológico cuyos resultados se muestran a continuación y se resumen en la tabla No 5.

Un estrato superior con potencia de 1.50 m., construidos de Limo arenoso, muy resistente. Corresponde depósito superficial.

De 1.50 a 4.75 m., se encuentra un depósito de Toba, que está constituido de limo arenoso, con fragmentos de roca, son depósitos saprolíticos, es decir formados "in situ" como producto de meteorización de la roca.

De 4.75 m a 7.60 m se encuentra un depósito de Toba Lapilli, que es medianamente meteorizada, pero tiene un comportamiento de roca blanca, es decir con resistencias equivalentes a suelo muy compacto.

De 7.60 m a 10.85 m se encuentra un estrato de Toba bien cementada, que tiene valores de resistencia a la compresión simple de 7.7 MPa.

De 10.85 a 12.85 m Toba, completamente meteorizada, color rojo marrón rojizo claro . Consiste de limo arenoso, grano fino, no plástico, húmedo muy denso.

De 12.85 a 20 m. Arena limosa, color marrón grisáceo, grano fino a medio tobácea, presencia de granos de pómez, no plástica, resistencia seca nula, dilatancia rápida , compacidad: muy densa (N>50). A la base presencia de grava fina redondeada, hasta 1 cm. meteorizada.

Tabla No 5 Resultados Sondeo de perforación con Rotativa.

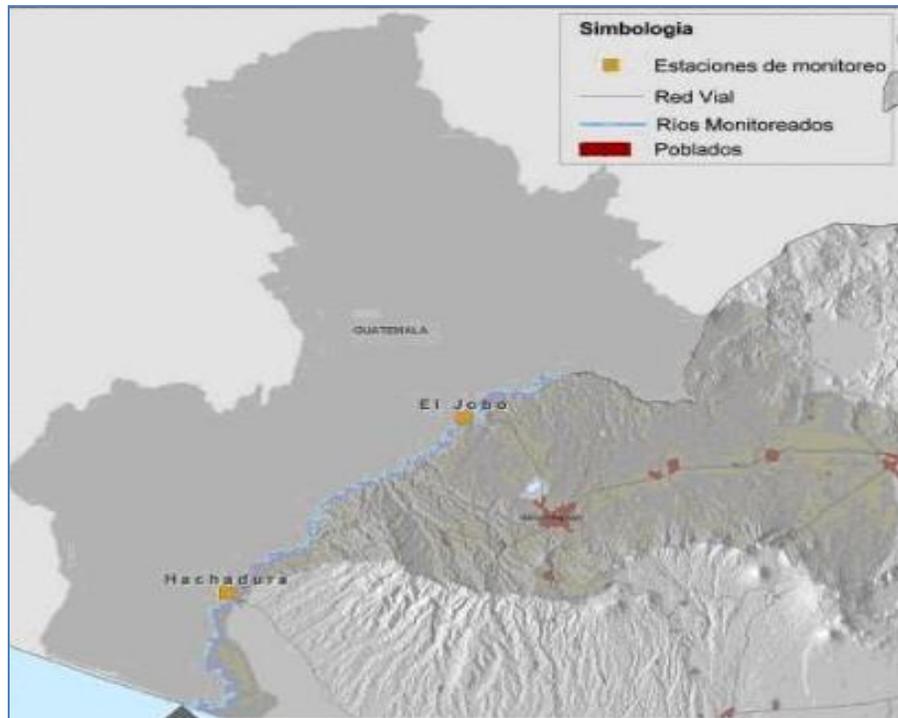
Profundidad (metros)	tipo de suelo	Calidad de la roca RQD	consistencia	N	recuperación de núcleos	Resistencia (Mpa)
0.00-1.50	Limo arenoso		muy densa	61	83%	0.51-0.63
1.50-4.75	Toba		medianamente densa	16-19	55%	0.11-0.29
4.75-7.60	Toba Lapilli	59%			95%	en ensayo
7.60-10.85	Toba	86%			100%	en ensayo
10.85-12.85*	Toba		muy densa			
12.85-20.00	Arena limosa		muy densa	92-18	82%	0.11-0.63

* no se pudo determinar las características geotécnicas de este estrato dado su alto grado de meteorización.

5.1.6 Hidrología superficial

La zona del proyecto se encuentra en la cuenca del río Paz , la cual tiene una superficie de 2,647 km² distribuida en 925 km² en El Salvador (34%) y 1722 km² en Guatemala (66%). En la parte de El Salvador se localizan 21 subcuencas, en una de las cuales se encuentra la zona donde se localiza el terreno.

La red hidrológica existente dentro del área de estudio, al poniente por el río Paz y la laguna del Llano (Ver **Mapa 2**, Cuenca del Rio Paz). Los cauces superficiales se encuentra contaminado adicionalmente por los pesticidas, fungicidas, plaguicidas y productos químicos usados en la agricultura.



Mapa 2 Cuenca Río Paz.

Fuente: SNET-MARN

5.1.7 Hidrología Subterránea

En la zona del estudio de acuerdo a las investigaciones de CEL se encuentran 3 Acuíferos siguientes:

1_ Acuífero somero: Localizado en el sector sur, sobre 700 m.s.n.m. aflorando en la falda norte de la laguna verde. La importancia de este acuífero es relativa porque sus afloramientos presentan un caudal de 0.25 a 52 litros por segundo, El manantial La Labor, pertenece a este acuífero, el que tiene un caudal de 13 litros por segundo.

2_Acuífero Atiquizaya-Ahuachapán: Se extiende desde el complejo volcánico Cuyanausul-laguna Verde hacia el norte hasta las inmediaciones del río Pampe. El reservorio tiene una extensión aproximada de 90 Km².

3_Acuífero en la planicie Ahuachapán: Este acuífero se extiende desde la ciudad de Ahuachapán hacia el norte, comprendiendo un área estimada de 20 Km². Según reconocimientos realizados por PLAN SABAR en la zona norte del departamento de Ahuachapán, se estima que en el caserío Las Chinamas, próxima al área del proyecto, la superficie freática se encuentra a una profundidad aproximada de 60 a 70 metros, localizándose también pequeños acuíferos perchados de bajo rendimiento, a diferentes profundidades.

Se presenta un Inventario de Pozos en la zona del sitio de disposición final. Los acuíferos interceptados por pozos profundos (mayor a 50 metros de profundidad) tienen una vulnerabilidad menor a ser contaminados, y en el entorno se ha podido constatar la existencia de dos pozos artesanales (Ver **Tabla 6**, Pozos identificados por anda en la zona del proyecto, **Figura 2** y **Figura 3**), cuyas profundidades oscilan entre los 80 y 100 metros, tal es el caso del pozo ubicado en el extremo Sur-Poniente del terreno, aproximadamente a 384 m, quebrada de por medio, rehabilitado por la Alcaldía de Ahuachapán en el año 2008 e incorporado a un sistema de abastecimiento de agua local para la comunidad San José, el cual cuenta con sistema de bombeo con tubería de impelencia de 2" y un tanque de almacenamiento de 50 m³ ver fotografías, su nivel estático informan los administradores esta debajo de los 90 m sobre el nivel del broquel.

Tabla No 6 Pozos identificados por anda en la zona del proyecto.

Código	Norte	Este	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Caudal (l/s)	T (m ² /día)
RSA 47	310050	412200	54.86	24.17		273
RSA 48	311650	411150	90.22		13.50	248
RSA 49	312000	408700	170.00	131.32	16.59	118

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA

Fotografía No 2 y 3 Pozos con sus respectivas coordenadas.



Y el pozo de la hacienda identificada como del Gringo. Se ubica al Sur-Oriente a una distancia de 951 metros del lindero más cercano el cual no esta siendo explotado porque se ha azolvado. De acuerdo a las personas que cuidan el lugar su nivel estático se encuentra abajo de los 80 metros. Y sus coordenadas son Este 406024 y Norte 318059.

5.1.8. Estudios de Suelo

5.1.8.1 Investigación del subsuelo a través de Sondeos de Penetración Estándar, SPT.

Para la investigación de las características geológicas del subsuelo del área en estudio, se contrató a la empresa ICIA S.A. DE C.V., la cual realizó la perforación de siete Sondeos de Penetración Estándar (SPT), que se localizan en el esquema siguiente, alcanzándose profundidades comprendidas entre 1 a 4 metros medidos a partir del nivel del terreno natural.

Dicha profundidad estuvo determinada por la mínima penetración de la herramienta de avance debido a la intercepción de **suelos muy duros tipo toba**, los cuales no pueden ser atravesados por el método STP. (Ver tabla No 7 “Sondeos de Penetración Estándar (SPT)”).

Tabla No 7 Sondeos de Penetración Estándar (SPT).

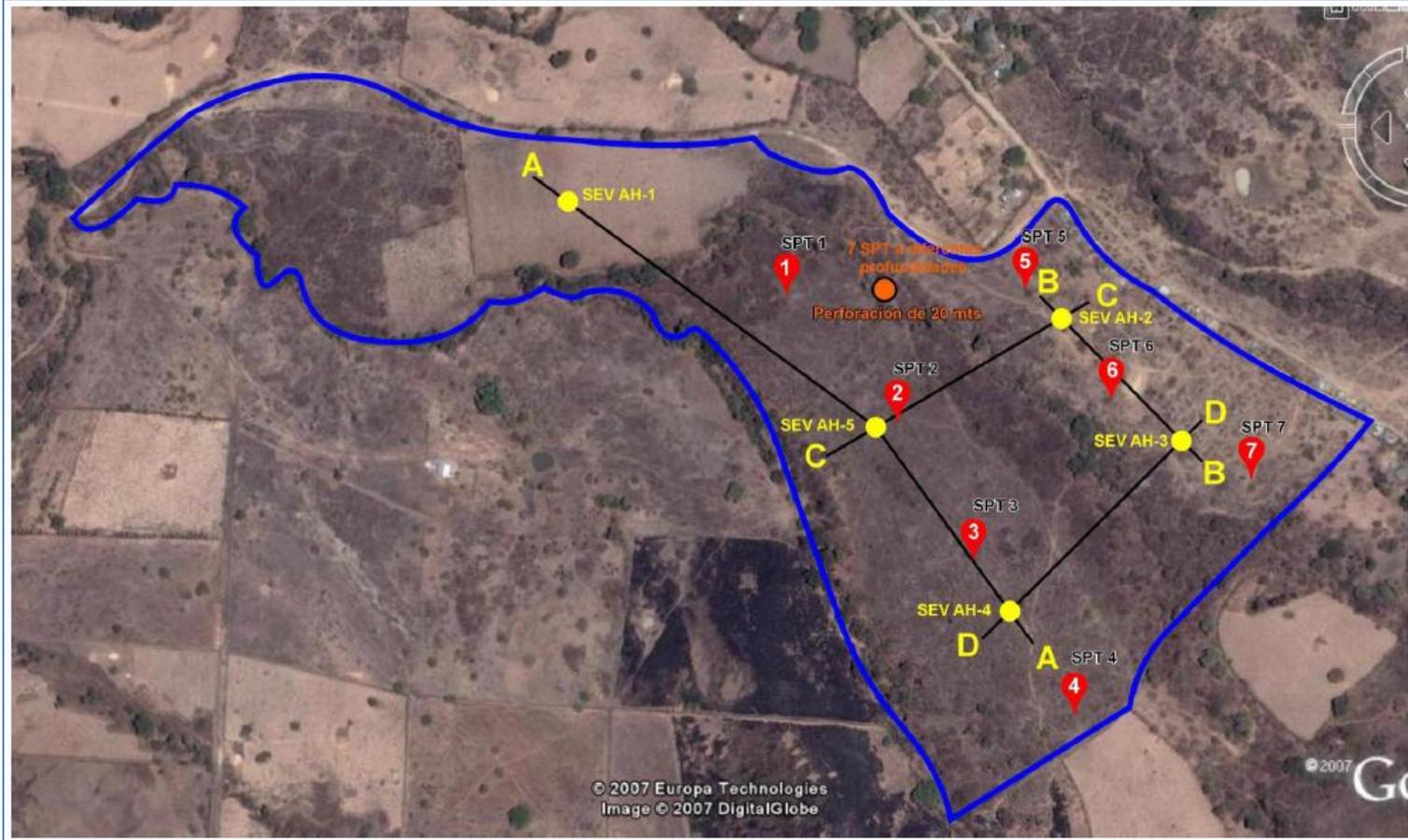
Sondeo No.	Prof. De Expl. (m)	Prof. De estratos (m)	Observaciones
S - 1	1.00	0.00 – 0.50 0.50 – 1.00	<ul style="list-style-type: none"> • Arena arcillosa, café oscuro, muy densa, seca (SC) • Suelos muy densos.
S - 2	1.50	0.00 – 0.50 0.50 – 1.00 1.00 – 1.50	<ul style="list-style-type: none"> • Arcillas arenosas, café oscuro, de alta plasticidad, muy compacta, parcial saturada (CH),. • Arena arcillosa, café oscuro, muy densa, parcial saturad (SC). • Suelos muy duros
S – 2 ^a	1.00	0.00 – 1.00	<ul style="list-style-type: none"> • Suelos semidensos a muy densos
S - 3	2.00	0.00 – 0.50 0.50 – 1.50 1.50 – 2.00	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla arenosa, café oscuro, de alta plasticidad, blanda, parcial saturada (CH). • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad muy duro parcial saturado (MH). • Suelos muy duros.
S - 4	2.00	0.00 – 0.50 0.50 – 1.50 1.50 – 2.00	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla arenosa, café oscuro, de alta plasticidad, blanda parcial saturada (CH). • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad, duro parcial saturado (MH). • Suelos muy duros.
S – 4 ^a	1.50	0.00 – 0.50 0.50 – 1.00 1.00 – 1.50	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla arenosa, café oscuro, de alta plasticidad, blanda, parcial saturada (CH). • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad, duro parcial saturado (MH). • Suelos muy duros.
S - 5	1.50	0.00 – 0.50 0.50 – 1.00 1.00 – 1.50	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla arenosa, café oscuro, de alta plasticidad, medianamente compacta, parcial saturada (CH). • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad, duro parcial saturado (MH). • Suelos muy duros.
S – 5 ^a	1.50	0.00 – 0.50 0.500 – 1.00 1.00 – 1.50	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla arenosa, café oscuro, de alta plasticidad, blanda parcial saturada (CH). • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad, duro, parcial saturado (MH). • Suelos muy duros.
S - 6	4.00	0.00 – 1.00 1.00 – 2.00 2.00 – 3.00 3.00 – 4.00	<ul style="list-style-type: none"> • Arena limosa, café oscuro, con gravillas, muy suelta a suelta, parcial saturada (SM). • Arena mal graduada, café claro, semidensa a densa, parcial saturada a saturada (SP). • Limo arenoso, café claro, de media plasticidad, muy denso, parcial saturado (ML”). • Suelos muy densos tipos tobas.
S - 7	2.50	0.00 – 0.50 0.50 – 2.00	<ul style="list-style-type: none"> • Limo arenosos, café claro, de media plasticidad, con piritas, semidenso, parcial saturada

		2.00 – 2.50	(ML”). <ul style="list-style-type: none"> • Arena arcillosa, café claro, con gravillas, semidensa, parcial saturado (SC). • Suelos muy densos tipo toba.
S -7 ^a	3.50	0.00 – 0.50	<ul style="list-style-type: none"> • Limo arenoso, café oscuro, de alta plasticidad, medianamente compacto, parcial saturada (MH).

Fuente: Micro Región Centro; Resumen estudios de suelos elaborados por empresas ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.

Estas pruebas detectaron en la zona de estudio (hasta 4 metros) suelos cohesivos del tipo arcilla arenosa café oscuro de alta plasticidad (CH) y limo arenoso de alta plasticidad (MH), seguidos de estratos intercalado de suelos tipo arena limosa (SM), arena mal graduada, arena arcillosa (SC) y limo arenoso de media plasticidad (ML”). Adicionalmente se detectó la presencia de suelos muy densos tipo toba en la zona de estudio, los cuales presentan rechazo a la penetración (N>50 golpes/pie).

En el **Mapa 3** “Ubicación de los Estudios Geotécnicos”, se muestran los puntos donde se realizaron cada una de las pruebas de suelo antes mencionados. En este mismo plano se han trazado las líneas donde pasan el perfil longitudinal PERFIL A-A, (Ver **Figura 4**) y el PERFIL B-B (Ver **Figura 5**).



Mapa 3 "Ubicación de los Estudios Geotécnicos".

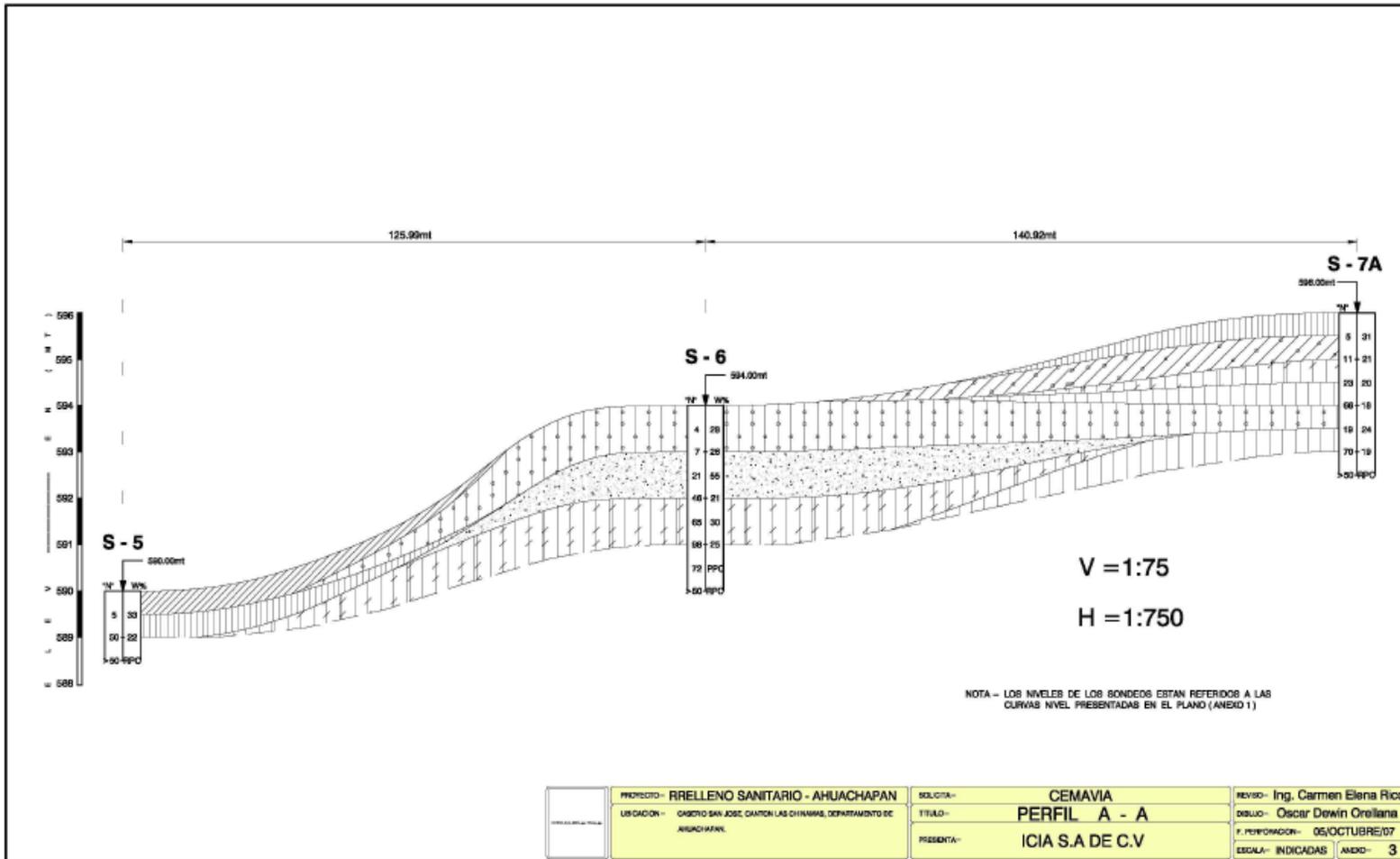


Figura No 4 "Perfil A - A"

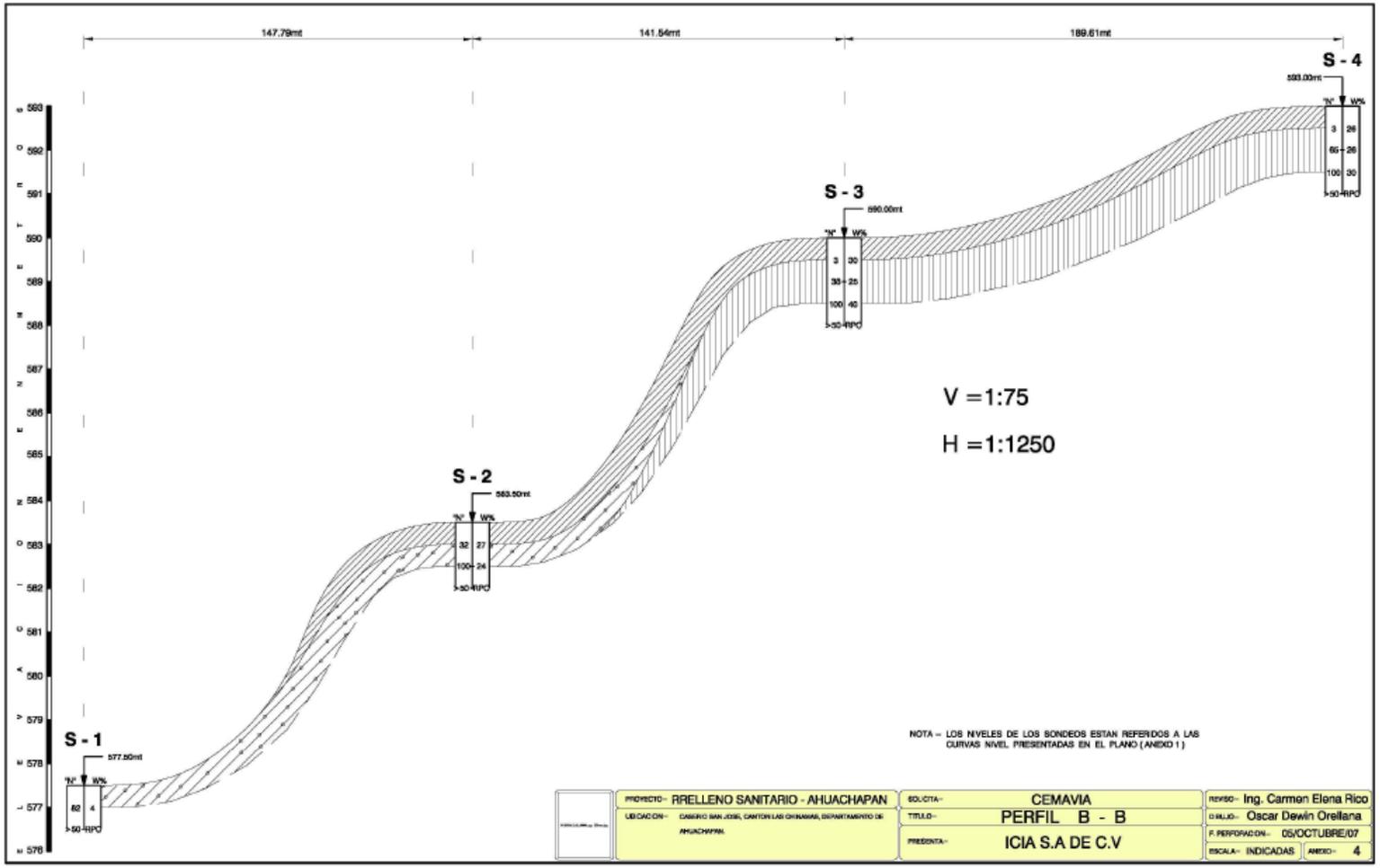


Figura No 5 "Perfil B – B"

5.1.8.2 Exploración Geo-eléctrica del Subsuelo del sitio seleccionado

La empresa EYCO S.A. DE C.V. realizó cinco Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.) mediante la aplicación del Método de Resistividad Eléctrica, habiéndose alcanzado profundidades comprendidas entre 40 a 50 metros de profundidad aproximadamente.

Con los resultados obtenidos mediante los 5 S.E.V. se elaboraron 4 Cortes Geo-eléctricos. Resaltando los resultados siguientes:

Superficialmente se localiza un estrato de 1 a 5 metros de espesor, con una resistividad eléctrica menor de 20 Ohm-m, constituidos por suelos arcillo-arenosos, con bajo contenido de materia orgánica, húmedos y afloramiento de tobas aglomeráticas, meteorizadas, ofreciendo el conjunto de los estratos descritos, una baja permeabilidad.

Por debajo del estrato anterior, los valores de resistividad del orden 75 a 110 Ohm-m, se asocian con la presencia de tobas aglomeráticas, parcialmente meteorizadas y compactas, alternadas con delgadas capas arcillo-arenosas, de baja permeabilidad, con un espesor comprendido entre 12 metros (S.E.V. NO AH-5) y 40 metros (S.E.V. No AH-3) Subyaciendo a los estratos descritos, se han obtenido valores superiores a los 150 Ohm-m, que se relacionan con la presencia de lavas antiguas, densas y parcialmente meteorizadas, de baja a media permeabilidad, probablemente saturados por debajo de la costa 520 m.s.n.m.

5.1.8.3 Sondeo del subsuelo a través de perforación de 20 metros

La investigación realizada por la empresa RODIO-SWISSBORING consistió en una perforación geotécnica con recuperación continua de núcleos, con una profundidad que alcanzó los 20 metros. En esta perforación se realizaron siete ensayos de penetración estándar (SPT) hasta encontrar rechazo a la

penetración. Las características principales de los materiales perforados en este sondeo se exponen a continuación:

SONDEO AH-1

0.00-1.50 m. LIMO arenoso, color marrón oscuro, húmedo, ligeramente plástico, grano fino, resistencia en estado seco alta, distancia nula, consistencia muy dura (N=61) presencia de esporádicos granos de pómez, tamaño de arena gruesa.

1.50-4.75m. TOBA, color marrón amarillento, completamente meteorizada a altamente meteorizada, blanda. Consiste de limo arenoso ligeramente cementado. Grano fino a medio, contiene abundantes granos de pómez y clastos angulosos meteorizados de toba de hasta 1 cm. La roca presenta la textura de la roca original pero está completamente meteorizada a suelo. Suelo saprolítico.

4.75-7.60m. TOBA LAPILLI, color marrón amarillento claro, blanda, medianamente meteorizada, medianamente dura, oxidada, espaciamiento entre fracturas estrecho a muy estrecho hasta 5.50 m y moderado desde 5.50 m hasta la base. Las fracturas son escalonadas, rugosas, limpias, abiertas (5 mm), predominantemente sub-horizontales. Consiste de abundantes clastos angulosos, meteorizados, tobáceos, de hasta 5 cm de diámetro, en matriz limo arenosos, bien cementada. El tramo superior (hasta 5.50 m) la matriz es deleznable. El contacto inferior se presenta bien definido, tiene un buzamiento subhorizontal (70°).

7.60-10.87m. TOBA, color gris rojizo, ligeramente meteorizada, dura, espaciamiento entre fracturas, moderadas (20-60 cm). Las fracturas son escalonadas, rugosas, cerradas, oxidadas, con ángulos predominantes de 45°, algunas fracturas verticales. La roca se presenta bien cementada, grano fino a

medio. A la base presencia de esporádicos clastos angulosos de hasta 5 cm, textura afanítica.

10.85-12.85 m. TOBA, completamente meteorizada, color marrón rojizo claro. Consiste de limo arenoso, grano fino, no plástico, húmedo, muy denso. No se puede determinar las características geotécnicas de este estrato dado su alto grado de meteorización. Se debe considerar como un suelo limo arenoso muy denso.

12.85-20.00 m. ARENA LIMOSA, color marrón grisáceo, grano fino a medio, tobácea, presencia de granos de pómez, no plástica, resistencia seca nula, dilatancia rápida, compacidad: muy densa ($N > 50$). A la base presencia de gravas fina redondeada, hasta 1 cm, meteorizada.

5.1.9 Ensayos de Permeabilidad.

5.1.9.1 Ensayos Lefranc.

Para definir los valores de la permeabilidad de los suelos se realizó ensayos de permeabilidad a gravedad tipo Lefranc. Se utilizó el método de carga constante. El método consiste en aislar, mediante la tubería de revestimiento, el tramo a ensayarse cuya longitud puede variar de 2 a 5 m. Se mantiene el nivel de agua a boca de pozo y se mide cada minuto el caudal requerido para mantener siempre lleno el sondeo.

Se realizaron dos ensayos de permeabilidad a gravedad tipo Lefranc. Las características están en la **Tabla No 8** "Resultados de Permeabilidad Ensayo Lefranc".

Tabla No 8 “Resultados de Permeabilidad Ensayo Lefranc”.

PROFUNDIDAD (m) DE:	A:	PERMEABILIDAD (k) cm/s
0.00	3.00	0.00×10^{-7}
3.00	5.00	0.00×10^{-7}

Fuente: Micro Región Centro; Resumen estudios de suelos elaborados por empresas ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.

5.1.9.2 Ensayos Lugeon

Para definir los valores de permeabilidad en roca se utilizó el ensayo de permeabilidad a presión tipo Lugeon. Se usó el método del obturador simple. Este método consiste en sellar mediante un obturador neumático la parte superior del tramo a ensayarse cuya longitud varía de 3 a 5 m. Se inyecta agua a presión en ciclos ascendientes y descendientes. Para este ensayo se utilizó las siguientes escalas de presión: 2-4-6-4-2 Kg/cm². Cada ciclo tiene 10 minutos de inyección, y se registra el consumo para cada minuto.

En este sondeo se realizó un ensayo de permeabilidad a presión tipo Lugeon, para el tramo de roca de 7 a 12 metros, con los siguientes resultados que se muestran en la Tabla No 9 “Resultados de Permeabilidad Ensayo Lugeon”.

Tabla No 9 “Resultados de Permeabilidad Ensayo Lugeon”.

PROFUNDIDAD (m) DE:	A:	PERMEABILIDAD (k) cm/s
7.00	12.00	4.78×10^{-4}

Fuente: Micro Región Centro; Resumen estudios de suelos elaborados por empresas ICIA SA de CV, EYCO SA de CV y Rodio Swissboring.

6. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

6.1 Método de priorización de impactos en el ambiente

La metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que se utiliza para la identificación y priorización de impactos en el ambiente a causa del proyecto, es la que ha sido desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT Venezuela), y consiste en dar valores comparativos a los impactos potenciales de un proyecto. Con dicha priorización es más fácil concentrarse en los impactos que muestren valores cuya relevancia es alta e identificar las medidas de mitigación o los estudios específicos, según corresponda, que deberá hacerse para corregir los impactos negativos sobresalientes. Los impactos resultantes de analizar el efecto de las actividades del proyecto sobre los componentes del ambiente serán priorizados de la siguiente manera:

1. Impactos negativos muy significativos (MA).
2. Impactos negativos de regular significancia (A).
3. Impactos benéficos (B).
4. Impactos benéficos de regular significancia (BR).
5. No aplica (NA).

Posteriormente los impactos MA y A serán abordados en el Programa de Manejo Ambiental.

6.2 Identificación de Impactos

A continuación se realiza la identificación de los impactos ambientales que tendrá el proyecto. La relevancia de los impactos es medida a través de una matriz de cribado ambiental de doble entrada que relaciona los componentes del ambiente contra las actividades del proyecto en cada una de sus fases. Dicha matriz tiene en resumen, la información resultante de la metodología y matrices de evaluación del impacto ambiental.

Tabla No. 10 Identificación y priorización de los impactos ambientales causados por el proyecto.

Etapas del proyecto	Actividad generadora del impacto	Componente del medio que recibirá el impacto	Caracterización del impacto (interacción actividad del proyecto – componente o factor ambiental)	Duración		Relevancia del impacto
				Temporal	Permanente	
Construcción	Construcción de caseta, oficinas, bodegas, servicio sanitario	Suelo y atmósfera	Afectación por ruidos y partículas dispersas. La circulación de vehículos por la construcción generará ruido y partículas dispersas, al igual que por excavaciones y uso de materiales de construcción	X		A
Construcción	Construcción de cerca perimetral y portones	Suelo y atmósfera	Afectación por ruidos y partículas dispersas.. La circulación de vehículos por la construcción generará ruido y partículas dispersas, al igual que por excavaciones y uso de materiales de construcción	X		A
Construcción	Calle de acceso a los patios	Suelo y agua	Afectación por ruidos y partículas dispersas. El corte de tierra y compactación para la construcción de la calle de acceso a los patios generará ruido y emisión de partículas dispersas	X		A
Construcción	Construcción de patios de pavimentos como superficies impermeables	Suelo Atmosfera y agua subterránea	Afectación por ruidos, partículas dispersas y disminución de capa vegetal y la infiltración del agua pluvial. El corte de tierra y compactación para la construcción de las áreas de disposición final y la conformación de estas, generará ruido y emisión de partículas dispersas		X	MA
Construcción	drenajes para escorrentía superficial: canaletas, cordón-cuneta	Suelo, agua y atmosfera	Afectación por ruidos y partículas dispersas..Las excavaciones para los drenajes de aguas lluvias y el corte de tierra generará partículas dispersas	X		MA

Etapas del proyecto	Actividad generadora del impacto	Componente del medio que recibirá el impacto	Caracterización del impacto (interacción actividad del proyecto – componente o factor ambiental)	Duración		Relevancia del impacto
				Temporal	Permanente	
Construcción	Construcción de laguna de de lixiviados	Suelo y Atmosfera	Afectación por ruidos y partículas dispersas. El corte de tierra y compactación para la construcción de lagunas y la conformación de las zanjas para drenajes como la perforación del pozo, generará ruido y emisión de partículas.		X	MA
Construcción	Arborización de áreas de protección de las colindancias y la quebrada	Agua, suelo y Vegetación	Aumento de la cobertura vegetal. La siembra de árboles contribuirá a aumentar la cobertura vegetal, ayudará a infiltrar agua al suelo y disminuirá la erosión.		X	B
Funcionamiento	Descarga y disposición de desechos en los patios para la conformación de las pilas	Aire	Afectación por ruidos, partículas dispersas, desechos en el aire, y malos olores por la descarga y acomodamiento de los desechos sólidos orgánicos.		X	MA
Funcionamiento	Descarga y disposición de desechos en los patios para la conformación de las pilas	Fauna	Aumento de fauna nociva. Los desechos descubiertos y recién llegados atraerán aves carroñeras, e insectos.		X	MA
Funcionamiento	Tratamiento de lixiviados	Suelo y Agua subterránea	Contaminación por lixiviados. Por la circulación inadecuada	X		A
Funcionamiento	Aireación de las pilas de compost en forma mecánica	atmósfera	Afectación por ruidos y partículas dispersas Debido al volteo de la materia orgánica	X		A

Etapas del proyecto	Actividad generadora del impacto	Componente del medio que recibirá el impacto	Caracterización del impacto (interacción actividad del proyecto – componente o factor ambiental)	Duración		Relevancia del impacto
				Temporal	Permanente	
Funcionamiento	Siembra de cobertura vegetal en áreas concluidas	Suelo, paisaje	Mejora del paisaje. La siembra de vegetación de poca altura evitara la erosión y mejorara el paisaje de la zona.		X	B
Funcionamiento	Mantenimiento de canaletas de agua lluvia, calles y zonas verdes	Atmósfera y paisaje	Buen funcionamiento de las obras complementarias. Con un mantenimiento programado, se tendrá sostenibilidad de la infraestructura de apoyo.		X	B
Funcionamiento	Época de lluvias	Suelo y agua	Generación de lixiviados, durante la época lluviosa ya que el agua se infiltra en los desechos orgánicos dispuestos en las pilas convirtiéndose en lixiviados	X		MA
Funcionamiento	Disminución de desechos depositados al relleno sanitario	Relleno sanitario	Disminuyendo la cantidad de materia orgánica depositada al relleno sanitario se aumentara la vida útil de este		X	BR

6.3 Resumen e interacción de la actividad del proyecto y el componente ambiental

Aguas subterráneas Para garantizar que los lixiviados no lleguen a los mantos acuíferos que se encuentran a una profundidad superior a los 75 m los patios para la disposición de los desechos orgánicos en pila se construirán de pavimento rígido estos con sus respectivas pendientes y canaletas para la evacuación de los lixiviados, los cuales serán conducidos hasta la balsa de lixiviados.

Lo que garantizara que los lixiviados no alcancen las aguas subterráneas, y para garantizar que como consecuencia de alguna tormenta o un invierno copioso fuera de lo normal rebase la capacidad de esta se deberá con bomba achicadora recircular los lixiviados hacia las nuevas pilas conformadas para acelerar el proceso en los días soleados, especialmente en época lluviosa para mantenerla vacía. No obstante es obvio que disminuirá las cantidades de recarga del acuífero, razón por la que se ha previsto el programa de reforestación en la zona de la quebrada, periferia, taludes y contornos de calles de acceso.

Atmósfera La calidad del aire es afectada principalmente por las partículas del proceso de construcción y funcionamiento previsto, para lo cual se recomienda las practicas de movimiento de suelo húmedo, la cobertura constante y la aplicación de agua para el movimiento de suelo, a la vez existe la posibilidad de acumulación de humo de vehículos por congestionamiento en las áreas de descarga del relleno sanitario, para lo cual se recomienda el tratamiento y operación adecuada del relleno sanitario, evitando aglomeraciones. Además de realizar cobertura diaria de los desechos sólidos.

Calidad del paisaje Este componente será beneficiado por que se arborizara todo los linderos de la planta de compostaje.

Suelo El suelo es afectado mínimamente por las actividades de construcción de la caseta de control, servicios sanitarios, parqueo y otros, debido a lo pequeño de las instalaciones. La construcción de la impermeabilización del suelo, para el sistema de drenaje, patios de compostaje y laguna de lixiviados, se realizará precisamente para evitar posibles daños al suelo y agua subterránea, para esto se ha previsto realizar los movimientos de suelo mínimos y la cobertura de material suelto para evitar la acumulación de partículas de polvo en el aire.

Cobertura vegetal Este componente es altamente beneficiado con el desarrollo del proyecto, ya que se ha considerado desde ya la protección del área de la quebrada y árboles existentes, y arborizar el perímetro de la planta de compostaje.

6.4 Impactos ambientales positivos

La determinación de los componentes del ambiente que tendrían impactos ambientales positivos, se hizo mediante la elaboración de la matriz de cribado ambiental. Los componentes impactados positivamente fueron los siguientes (Ver **Tabla 11** “Impactos Ambientales Positivos”):

Tabla No 11 Impactos Ambientales Positivos.

Componente del ambiente	Acciones del proyecto que lo impacta positivamente
Relleno sanitario	Disminución de la materia orgánica a depositar en el relleno sanitario, aumentando su vida útil
Suelo y paisaje	Arborización de zonas de protección, causes de quebradas y taludes La zona de retiro en todo el perímetro del proyecto se arborizara con especies propias de la zona, funcionando como una barrera viva o aislamiento del proyecto a otras actividades que se den en las cercanías.
Población	Fuente de empleo

7. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

En relación a los impactos por las actividades previstas a desarrollar, se ha concluido que la mayor parte de dichos impactos son de carácter residual y permanente, por lo que se diseña el Programa de Manejo Ambiental para ayudar a mitigar dichos impactos.

En este apartado se incluye el detalle de las medidas propuestas para cada uno de los impactos ambientales negativos significativos que han sido identificados. Las medidas que se plantean son las siguientes.

7.1 Medidas del Programa de Manejo Ambiental por Etapa del Proyecto

7.1.1 Etapa de construcción de Relleno Sanitario

IMPACTO AMBIENTAL Durante la construcción aumentará la circulación de vehículos y se generará ruido y partículas dispersas por excavaciones y uso de materiales de construcción.

MEDIDA DE ATENUACIÓN Riego de agua para humedecer y evitar el esparcimiento de polvo y partículas durante la construcción.

IMPACTO AMBIENTAL Disminución de la capacidad de infiltración del suelo Debido a la construcción de los patios de compostaje, accesos a los mismos y el resto de obra complementaria para operar la planta de compostaje.

MEDIDA DE COMPENSACIÓN Se implementará un Plan de Arborización en el perímetro de la planta de compostaje.

7.1.2 Etapa de Funcionamiento del Relleno Sanitario

IMPACTO AMBIENTAL Generación de lixiviados por los desechos orgánicos depositados en los patios de compostaje para la conformación de pilas.

MEDIDA DE PREVENCIÓN Los patios poseen una pendiente para evacuar los lixiviados hacia una canaleta y luego para la balsa o laguna de lixiviados, además estos pueden ser reutilizados para acelerar el proceso en la conformación de nuevas pilas.

IMPACTO AMBIENTAL Posible deterioro de la calidad del suelo, agua y aire por la dispersión de desechos sólidos en sitio de la planta de compostaje y malos olores a falta de una operación conforme a lo establecido en el manual de operaciones.

MEDIDAS DE ATENUACIÓN Tener un Manual de Operaciones y regirse a las actividades apropiadas para la operación de la planta de compostaje por medio de control de la humedad el volteo del material entre otros.

7.1.3 Etapa de cierre de Relleno Sanitario

IMPACTO AMBIENTAL Posible deterioro de la calidad del lugar por la dispersión de desechos sólidos en sitio clausurado y malos olores a falta de disposición inadecuada de los desechos sólidos.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN En la etapa de cierre y/o abandono se retirará cualquier resto de residuos orgánicos, material compostado maduro e inmaduro, y maquinaria pesada del lugar. Así como el monitoreo de la calidad de lixiviados, aún después del cierre técnico, evitará la contaminación de los cuerpos de agua.

A-Plan de arborización y mejora de belleza escénica

Esta actividad comprende la compra, transporte y siembra de árboles en los linderos de la propiedad de la planta de compostaje. Dentro de las especies recomendadas a sembrar tenemos:

- ✓ Especies de tamaño mediano a grande.
- ✓ Aceituno Madre.

- ✓ Cacao.
- ✓ Quebracho.

Para estas especies se recomienda sembrarlas a un distanciamiento de 4 metros y a un metro de la cerca perimetral de la planta de compostaje.

Con estas especies se sembraran 283 plantas, a lo cual hay que considerar un perdida del 20%, lo que hace un total de 340 plantas y con un costo estimado de US \$ 1.00 por planta se tendría un costo de US \$ 340.00 El transporte se realiza del lugar de compra hasta el proyecto, estimando un costo de US \$ 85.00/viaje.

Se estima un costo de US \$ 0.03 planta en concepto de acarreo, consistiendo esta labor en llevar las plantas desde donde las deja el camión hasta el lugar de siembra totalizando US \$ 11.0 en esta labor.

Siembra Se considera un costo para hacer un hoyo de 30cmx30cmx30cm de US \$ 0.12 /hoyo, esto es por la clase de suelo del lugar lo que significa un costo de US \$ 41.0. Se estima que una persona bajo estas circunstancias puede sembrar 100 arboles/jornal, esto significa un costo aproximado de US \$ 0.08/árbol en concepto de siembra totalizando US \$ 30 para esta actividad.

Para el plan de arborización se tiene un costo aproximado de US \$510.00. mas el costo de mantenimiento y fertilización.

Mantenimiento

Esta actividad comprende el mantenimiento y manejo de las áreas arborizadas por un período de dos años desde su implementación. Se recomienda hacer 2 controles de malezas al año utilizando 3 jornales al año a razón de US \$ 7/jornal; representando una erogación de US \$ 21.0/ año.

Fertilización Se recomienda fertilizar los árboles sembrados durante los 2 primeros años utilizando 2 aplicaciones por año. En la primera fertilización aplicar 2 onzas de formula 16-20-0 en el área de goteo, 15 días después de la

siembra. Se utilizara 1 saco de 220 lbs de formula 16-20-0 con un costo de US \$ 70 por saco.

En la segunda fertilización aplicar 1.5 onzas de urea/árbol se utilizaran 1/2 saco de 150 lbs, con un costo US \$ 50,00/saco es decir US \$ 25.00. Se estima 2 jornales por cada fertilización es decir 4 jornales/año con un costo de US \$ 28.00/año

7.1.4 Programa de Manejo Ambiental y Monitoreo

Tabla No 12 Matriz del Programa de Manejo Ambiental (PMA).

En función del análisis realizado, a continuación se presenta la matriz del Programa de Manejo Ambiental sugerido para los impactos persistentes que demanda de atención de parte de la microrregión.

Etapa Ejecución	Actividad del proyecto	Descripción del Impacto ambiental generado	Medida de mitigación	Descripción de la medida	Ubicación de la medida	Responsable de la ejecución	Monto US \$ /año	Momento de ejecución	Resultado esperado
Construcción	<p>Construcción de caseta, oficina, bodega, servicio sanitario</p> <p>Construcción de cerco perimetral y portón</p> <p>Construcción de Calle de acceso interno</p> <p>Construcción de patios de pavimentos como superficies impermeables</p>	<p>La circulación de vehículos por la construcción afectara por ruido y partículas dispersas, al igual que por excavaciones y uso de materiales de construcción El corte de tierra y compactación para la construcción de la calle de acceso a los patios de compost afectara por el ruido y la emisión de partículas dispersas</p>	atenuación	<p>Riego de agua durante la construcción . Se utilizara una pipa para regar agua y evitar el esparcimiento de polvo y partículas en la construcción</p>	En el terreno según diseño	Titular del proyecto mediante Contratista	Incorporado en la ingeniería del proyecto	Primer semestre	Disminución de partículas

Etapa Ejecución	Actividad del proyecto	Descripción del Impacto ambiental generado	Medida de mitigación	Descripción de la medida	Ubicación de la medida	Responsable de la ejecución	Monto US \$ /año	Momento de ejecución	Resultado esperado
Construcción	<p>Construcción de drenajes de lixiviados, Construcción de balsa de lixiviados</p> <p>Y</p> <p>Construcción de obras de drenajes para escorrentías superficial: canaleta trapezoidal</p>	Afectación por ruidos y partículas dispersas. El corte de tierra y compactación para la construcción de balsa de lixiviados y la conformación de las zanjas para drenajes, generará ruido y emisión de partículas.	atenuación	Riego de agua durante la construcción . Se utilizara una pipa para regar agua y evitar el esparcimiento de polvo y partículas en la construcción	En el terreno según diseño	Titular del proyecto mediante Contratista	Incorporado en la ingeniería del proyecto	Primer semestre	Disminución de partículas

Etapa Ejecución	Actividad del proyecto	Descripción de Impacto Ambiental generado.	Medida de mitigación	Descripción de la medida	Ubicación de la medida	Responsable de la ejecución	Monto US \$ /año	Momento de ejecución	Resultado esperado
F u n c i o n a m i e n t o	Descarga y disposición de desechos en los patios de compostaje	Generación de ruidos, polvo, desechos en el aire, y malos olores. La descarga, acomodamiento de desechos en los patios de composta; la gravedad hará que el agua contenida en los desechos descienda convirtiéndola en lixiviados.	atenuación	Los patios poseen una pendiente para evacuar los lixiviados hacia una canaleta y luego para la balsa o laguna de lixiviados, además estos pueden ser reutilizados para acelerar el proceso en la conformación de nuevas pilas. Para evitar malos olores se realizara el volteo del material	En el área de disposición	Titular del proyecto mediante Contratista.	Incorporado en la ingeniería del proyecto	Primer semestre	Evitar los malos olores, desechos en el aire y partículas Y la filtración de lixiviados en el suelo.

Etapa Ejecución	Actividad del proyecto	Descripción del Impacto ambiental generado	Medida de mitigación	Descripción de la medida	Ubicación de la medida	Responsable de la ejecución	Monto US \$ /año	Momento de ejecución	Resultado esperado
u n c i o n a m i e n t o	Descarga y disposición de desechos	. Aumento de fauna. Los desechos descubiertos y recién llegados atraerán aves carroñeras, mamíferos carroñeros e insectos.	atenuación	Construcción de cerca perimetral alrededor de la planta de compostaje	Perímetro de la planta de compostaje	Titular del proyecto	Incorporado en la ingeniería del proyecto	Primer semestre	Evitar el aumento de fauna y transmisión de enfermedades
	Tratamiento de lixiviado	ruptura de la capa de impermeabilización, especialmente de la laguna puede generar filtración al suelo. Debido al exceso de lixiviados generado por la lluvia	Prevención	Monitoreo de fugas de lixiviados y Recirculación de lixiviados para aireación y evaporación	en las lagunas	Titular a través del operador designado	\$2,000	En época lluviosa	Evitar contaminación por lixiviados

Tabla No 13 Matriz del programa de monitoreo.

El monitoreo tiene por objetivo determinar la eficiencia en la disposición final de los desechos sólidos orgánicos en las actividades de esparcimiento en los patios de compostaje, el sistema de captación, tratamiento de lixiviados.

Etapa Ejecución	Medida de mitigación	Parámetros de control	Lugar de monitoreo	Frecuencia de la medición	Método a utilizar	Responsable de la medición	Interpretación del resultado	Retroalimentación
C o n s t r u c c i o n	Riego con agua. Se utilizara una pipa para regar agua y evitar el esparcimiento de polvo y partículas en la construcción	Suelo Humedecido	En cada uno de los lugares que se esté desarrollando obra así: área de oficinas, accesos cercados, lagunas etc.	Diaria durante la construcción o conforme a las especificaciones	Observación directa	Titular del proyecto a través de contratista	Suficiente o insuficiente	Solicitar más riego
	Implementar un Plan de Arborización	Árboles sembrados y en crecimiento. Árboles comidos por hormigas u otros insectos	En el área del terreno donde no se ubiquen obras	Cada semana	Observación directa	Titular del proyecto a través de supervisor de la obra	No se están cuidando adecuadamente	Se requiere control de plaga, fumigación, regarlos o resembrar

Etapa Ejecución	Medida de mitigación	Parámetros de control	Lugar de monitoreo	Frecuencia de la medición	Método a utilizar	Responsable de la medición	Interpretación del resultado	Retroalimentación
F u n c i o n a m i e n t o	Manual de Operación de la planta de compostaje	Documento sellado y firmado por titular y especialista que elaboró	Oficina Administrativa, y Microregión	Las veces que sea necesario	Observación directa	Titular del Proyecto	No se está cumpliendo con el Reglamento de Operación	Observar eficiencia en disposición de desechos sólidos
	Plan de Mantenimiento de las áreas arborizadas. Se realizará un control de maleza y se fertilizarán las siembras realizadas	Árboles creciendo. Cantidad se mantiene	Todo el terreno	Semanal	Observación directa	Titular a través del operador designado	No se están cuidando adecuadamente	Se requiere control de plaga, fumigación, regarlos o resembrar
	Monitoreo de fugas de lixiviados. y Recirculación de lixiviados para aireación y evaporación	DBO, DQO, PH, Sólidos totales	En cada laguna	Toma de muestra Semestral y Recirculación al menos dos veces por semana	Laboratorio, físico a través de bombas achicadora	Titular del Proyecto a través del operador designado	Descenso en los parámetros buen manejo. No existencia de elementos en pozo, disminución del nivel de Laguna	Aumentar la frecuencia de recirculación. Identificar fuente de contaminación

8. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Almanaque Salvadoreño. Servicio de meteorología e Hidrología CENREN/MAG 1986.
- ✓ Censo de población 2007, Dirección General de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía.
- ✓ Diagnostico Técnico , Financiero y Legal de la Gestión Actual del Manejo de los Desechos Sólidos de los Municipios de la Microregión Ahuachapán FISDL/CEMAVIA Febrero de 2007.
- ✓ Ley del Medio Ambiente y Reglamento especial de desechos sólidos, El Salvador,1998.
- ✓ Ordenanza Municipal para la Conservación del Medio Ambiente, municipio de Ahuachapán.
- ✓ Sistema de Información Geográfica del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- ✓ Mapa Geológico de El Salvador, CNR.
- ✓ Mapa de Regiones de El Salvador, ANDA-COSUDE.
- ✓ Categorización de actividades Obras o proyectos conforme a la ley del medio ambiente mayo 2007.

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES TECNICAS

**"DISEÑO DE PLANTA DE
COMPOSTAJE PARA LA MICRO
REGIÓN CENTRO Y SUR DEL
DEPARTAMENTO DE
AHUACHAPÁN"**

Contenido

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	1
ET-1 PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE	1
ET-2 LIMPIEZA, CHAPEO, Y DESCAPOTE.....	2
ET-3 OBRAS PROVISIONALES.....	3
ET-4 TRAZO Y NIVELACIÓN	3
ET-5 EXCAVACION Y COMPACTACION.....	4
ET-6 CONCRETO ESTRUCTURAL	7
ET-7 ACERO DE REFUERZO	9
ET-8 OBRAS METÁLICAS	12
ET-9 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS.....	15
ET-10 PISOS	20
ET-11 CUBIERTA DE TECHO.....	22
ET-12 PUERTAS Y VENTANAS.....	23
ET-13 ELECTRICIDAD.....	24
ET-14 OBRAS EXTERIORES.....	29

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ET-1 PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

ET-1-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista efectuará todo el trabajo de tal manera que se minimice la contaminación del aire, agua y suelo, también deberá controlar dentro de los límites razonables, el ruido y cualquier otro contaminante.

ET-1-02 PROTECCION DEL TERRENO

Excepto para áreas de trabajo o bodegas y áreas de acceso específicamente asignadas para el uso del contratista bajo este contrato, el resto del área de los terrenos fuera de los límites de las zonas de trabajo, se deberán mantener en sus condiciones originales. El contratista destinará sus actividades de construcción a zonas definidas en los planos como áreas de trabajo o aquellas específicamente asignadas para su uso.

ET-1-03 EVACUACION DE DESPERDICIOS

Previo al inicio de la construcción el contratista presentará una descripción de su esquema para evacuar los desperdicios que resultasen a consecuencia del trabajo objeto de este contrato. Si el material de desperdicios es botado en áreas no autorizadas, el contratista removerá el material y restaurará el área a la condición de las áreas adyacentes que no han sido molestadas. Donde se indiquen suelos contaminados, serán excavados y retirados del sitio de una manera aprobada y serán repuestos con material adecuado de relleno, todo esto por cuenta del Contratista.

ET-1-04 CONTROL DE POLVO

El contratista debe mantener todas las excavaciones, terraplenes, material, apilado existente, calles de acceso y áreas de trabajo libres de polvo excesivo

dentro de los parámetros razonables, de tal manera que no causen daños o perjuicios a otros. Métodos temporales aprobados tales como rociado, cubiertas con material plástico o cualquier otro método similar para controlar el polvo será admisible. El control del polvo se efectuará a medida que avanza el trabajo y cuando ocurra el peligro de daño o molestia por este.

ET-2 LIMPIEZA, CHAPEO, Y DESCAPOTE.

ET-2-01 ALCANCE DE TRABAJO

El trabajo de este apartado incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipo, servicios, etc., necesarios para la eliminación de todas las basuras, despojos, malezas, raíces, estructuras y otros materiales del terreno donde se proyectan las obras a construir.

ET-2-02 METODO DE EJECUCIÓN

Todas las basuras, despojos, malezas, raíces y otros materiales combustibles, se apilarán en las áreas de desperdicios indicados por el supervisor.

ET-2-03 LIMPIEZA Y CHAPEO

Consiste en el retiro de toda la vegetación del área comprendida dentro de los límites de la terracería a efectuarse. Los escombros provenientes del anterior trabajo deberán ser depositados en sitios aprobados por la supervisión dentro del terreno y en tal forma que no originen focos de insalubridad.

La vegetación obtenida del chapeo, si lo hubiere, así como los desperdicios de cualquier otra naturaleza deberán colocarse, mientras se retiran del lugar, sin obstruir la propiedad pública o privada.

ET-2-04 DESCAPOTE

La profundidad del descapote, consiste en remover toda la capa con residuo orgánico, ha sido considerada en un espesor hasta treinta centímetros. o según lo determine el Supervisor, en el área que será ocupada por las obras a ejecutar, el descapote que exceda esta profundidad se considerará como excavación.

ET-3 OBRAS PROVISIONALES

ET-3-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista proporcionará material, mano de obra, herramientas y equipo para la correcta construcción de todas las instalaciones provisionales que requiera la ejecución de la obra.

ET-3-02 TRABAJO INCLUIDO

Sin que lo expresado en este párrafo limite lo mencionado en el numeral anterior, el trabajo incluido en esta sección es el siguiente:

- Local de bodega.
- servicios sanitarios provisionales para la construcción.
- Instalación eléctrica para luz y fuerza provisional.
- Cercas protectoras.
- Rótulos.

ET-4 TRAZO Y NIVELACIÓN

ET- 4-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará, la dirección técnica, el equipo, mano de obra, materiales y servicios necesarios para llevar a cabo los trabajos descritos en los planos y presupuesto.

ET- 4-02 TRAZO Y NIVELACIÓN

El contratista trazará las rasantes y dimensiones de la construcción de acuerdo con las cotas y niveles marcados en los planos y establecerá referencias planimétricas y altimétricas (Bancos de Marca), necesarias para replantear ejes y niveles dados por los proyectistas cuantas veces sea necesario. Además será responsable de que el trabajo terminado este conforme con los lineamientos, niveles, pendientes y puntos de referencia indicados en los planos o por el supervisor.

ET-5 EXCAVACION Y COMPACTACION.

ET- 5-01 ALCANCE DEL TRABAJO

Consiste en la excavación y relleno compactado, de suelos en fundaciones e instalaciones hidráulicas, en los sitios indicados en los planos o por el propietario.

ET- 5-02 TRABAJO INCLUIDO EN CORTE DE MATERIAL COMÚN

El trabajo de este apartado incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipos, servicios y herramientas necesarias para el corte de material común o roca, en el cual se incluye la capa superficial de tierra vegetal, en el área de la construcción.

ET- 5-03 MÉTODO DE EJECUCIÓN

Excavación

Las excavaciones a profundidades mayores de las marcadas en los planos o no especificadas, no se ejecutarán, a menos que sean ordenadas por escrito por el Supervisor. Si el contratista, sin autorización excavare más de lo indicado, tal exceso no será pagado y deberá rellenar y compactar por su

cuenta hasta el nivel indicado en los planos, con material aprobado por el supervisor. El exceso de excavación, cuando el trabajo haya sido ordenado por escrito por el Supervisor, será pagado al precio unitario especificado por el presupuesto.

Las paredes de las excavaciones se harán a plomo y sus fondos a nivel. El Contratista tomará todas las precauciones para evitar derrumbes ocasionados por cortes y rellenos.

El supervisor determinará el área en que deba de almacenarse la tierra excavada a fin de que no interfiera en el proceso constructivo.

Todo el material sobrante, deberá de retirarse de los límites del área de trabajo.

Compactación

El procedimiento usado será el tendido de capas de suelo de calidad y homogeneidad aprobadas, con un espesor tal que se compruebe que es posible alcanzar la compactación especificada con el equipo usado. El contenido de humedad del suelo deberá estar a más o menos 2% del óptimo y el grado de compactación el 90% del obtenido de acuerdo a ASTM D 1557 o como se indique en las notas de los planos estructurales.

El contratista ejecutará todo el relleno necesario hasta obtener los niveles marcados en los planos. Los rellenos se compactarán en capas no mayores de 15 cms.

Suelo-Cemento

El suelo cemento, a menos que otra cosa se indique en los planos estructurales, se elaborará con una mezcla de suelo inorgánico, mezclado uniformemente con 3% de cemento con un contenido de humedad cercano en un 20% del óptimo obtenido de acuerdo al ensayo de referencia ASTM D558.

La mezcla de los componentes se hará con el cemento en seco y el suelo suficientemente húmedo para que se pueda obtener una mezcla homogénea. Con excepción del equipo de compactación, mantenga todo el tráfico fuera de la zona de mezclado. Este mezclado debe realizarse en un plazo no mayor de dos horas y proceder inmediatamente después al proceso de compactación. La mezcla de suelo-cemento debe compactarse uniformemente hasta obtener un porcentaje de 95% de máximo obtenido de acuerdo a la norma ASTM D558. Cuando sea necesaria una suspensión parcial de la elaboración de una capa por más de 24 horas, deberá realizarse una junta de construcción transversal, cortando una cara aproximadamente vertical en la capa anteriormente terminada.

Acarreo de Material Selecto.

Consiste en el acarreo hasta la obra de material selecto aprobado por el supervisor para ser usado en los sitios indicados.

Desalojo de Material de Desplante

Este trabajo consiste en el desalojo fuera de los terrenos de la construcción del material excavado de las cimentaciones y pisos de la bodega y sus instalaciones y que no pueda ser usado en otras partes de la construcción.

El trabajo incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipo y servicios necesarios para la ejecución completa y correcta de los trabajos.

Medición Y Forma De Pago

Para efectos de pago, el volumen de excavación y compactación para estructuras será delimitado por el plano de fundación de la estructura, por los planos verticales de los límites exteriores de la estructura y por el terreno natural.

La partida se pagará por metro cúbico, al precio estipulado en el plan de propuesta, este precio incluye el relleno, la compactación y/o la eventual excavación y acarreo de material aceptable para rellenar, así como el transporte y disposición final del eventual material sobrante y cualquier otra operación necesaria para completar la partida de la manera indicada.

Así mismo comprende la compensación de materiales, transporte, mano de obra, equipo, herramientas y servicios necesarios para dejar un trabajo completamente terminado de acuerdo a los planos y especificaciones.

ET-6 CONCRETO ESTRUCTURAL

En esta partida están comprendidas todas las obras de concreto, indicadas en los planos o en las especificaciones, y el contratista proveerá mano de obra, materiales, equipo y servicios necesarios para su fabricación, colocación, curado resanado después de retirar los moldes y acabados de la superficie cuando así se especifique.

ET-6-01 ALCANCE DEL TRABAJO.

En esta partida están comprendidas todas las obras de concreto indicadas en los planos o en las especificaciones, y el Contratista proveerá mano de obra, materiales, equipo y servicios necesarios para su fabricación y colocación, curado, encofrado, resanado después de retirar los moldes y acabado de la superficie.

Calidad del Concreto

El contratista proporcionara concreto de la clase especificada en los planos; si en los planos no esta indicada la clase de concreto con resistencia mínima a la ruptura por compresión a los 28 días, está será de 210 kg/cm².

La relación agua cemento no debe variarse a la dada por mezcla de diseño.

Materiales

CEMENTO: Todo cemento debe ser PÓRTLAND y cumplirá con las especificaciones A.S.T.M C 150-67 Tipo I.

AGREGADOS: Los agregados para concreto cumplirán con las especificaciones de agregados para concreto A.S.T.M C-33-67.

La arena estará formada por partículas sanas, duras exentas de polvo, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otros perjudiciales para concreto.

La granulometría de los agregados gruesos y finos quedará dentro de los límites indicados en la designación C-33-67 de la A.S.T.M, no deberá contener más del 1½ % de arcilla, no menos del 85% deberá pasar por la malla de ¼, no más del 50% deberá pasar por el cedazo #50 y no más del 5% pasar por el cedazo #100.

La grava o piedra triturada deberá ser roca dura y cristalina, libre de pizarra, laja o piezas en descomposición, será sin material adherido y limpia.

El tamaño máximo del agregado no será mayor de 1/5 de la dimensión menor entre los lados de los moldes de los miembros en el cual se va a usar el concreto, y no mayor de 3/4 de los espacios libres entre las barras.

Además la granulometría deberá corresponder a una de las indicadas en la tabla #2 de las especificaciones de A.S.T.M C-33-67.

AGUA: El agua debe de ser, en el momento de usarse, limpia, libre de aceites, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias deletéreas.

Colocación Del Concreto

El concreto se depositará, hasta donde sea posible, en su posición final. Los colados se harán a tal altura (menor de 1.50 mts.) Que el concreto se conserve todo el tiempo en estado plástico y se evite la segregación.

No se depositará en las estructuras, concreto que se haya endurecido parcialmente o que este contaminado con sustancias extrañas, ni se revolverá nuevamente a menos que el supervisor dé su aprobación.

El recubrimiento mínimo para el acero de esfuerzo en estructuras de concreto en contacto con el terreno deberá ser 5 cm. y en los demás elementos 2.5 cm.

Encofrados Y Desencofrados

El Contratista colocará los moldes de tal manera que produzcan alineaciones correctas del concreto y que no permitan filtraciones. Los encofrados serán construidos con suficiente rigidez para soportar el concreto y las cargas de trabajo, sin dar lugar a desplazamientos después de su colocación y para lograr la seguridad de los trabajadores.

Los encofrados deberán ser firmes y bien ajustados a fin de evitar escurrimiento de la lechada y en tal forma que permanezcan sin deformarse ni pandearse.

Aberturas temporales deberán ser provistas donde sea necesario, para facilitar la limpieza e inspección.

ET-7 ACERO DE REFUERZO

ET-7-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará todo el material, mano de obra, herramientas, alambre de amarre, separadores y demás accesorios que sean necesarios para colocar el acero de refuerzo en su debida posición como está indicado en los planos o establecidos en estas especificaciones.

Además de lo dispuesto en estas Especificaciones Técnicas, en todo lo que se refiere a colocación, ganchos, dobleces, juntas, traslapes, recubrimientos, espaciamientos, anclajes y detallado general del acero de refuerzo, deberá

respetarse lo estipulado en el reglamento ACI-318-05 y en las especificaciones generales de estructuras anotadas en los planos.

- Colocación del refuerzo ACI 318.
- Ganchos ACI 318.
- Dobleces ACI 318
- Traslapes ACI 318
- Anclajes ACI 318.

ET-7-02 CALIDAD DEL ACERO.

Todo el acero corrugado de refuerzo deberá cumplir con la norma para varilla de refuerzo en concreto armado A.S.T.M A 615-74 y tendrá un límite de fluencia mínima $f_y = 2800 \text{ kgs/cm}^2$ (grado 40) Se exceptúan el acero de refuerzo # 2 ($\phi \frac{1}{4}$ ") que será liso de grado estructural y tendrá un límite de fluencia $f_y = 2320 \text{ kgs/cm}^2$.

El acero de refuerzo deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad garantizada por el fabricante. En el armado de cualquier miembro estructural no se permitirán barras de refuerzo cuyo diámetro nominal difiera del indicado en los planos en más del + o - 5%.

ET-7-03 COLOCACIÓN DEL REFUERZO

El contratista cortará, doblará y colocará todo el acero de refuerzo, de acuerdo con lo que indiquen los planos y las especificaciones o como ordene el supervisor. Todo el refuerzo deberá estar libre de óxido suelto, de aceite, grasa u otro recubrimiento que pueda reducir su adherencia con el concreto.

Se utilizarán, cubos de concreto, separadores, amarres, soldadura y otros, para asegurar la posición correcta del refuerzo y evitar el desplazamiento durante el colado.

Todos los dobleces (inclusive corona, estribos y ganchos) serán hechos en frío sobre una espiga de diámetro no menor de cuatro (4) veces el diámetro de la barra que se dobla, en el caso de estribos; ni menor de seis (6) veces el diámetro de la barra que se dobla, en el caso del refuerzo principal. Deberá tenerse especial cuidado en el doblado de las varillas de acero de refuerzo grado 60 ($f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$) para evitar que se fracturen durante el proceso.

En general para las barras de refuerzo no se permitirán traslapes sino como se indica en los planos. Cuando no se indique, los traslapes deberán tener la longitud prescrita por el reglamento ACI -315-05. No se permitirán traslapes en las zonas de máxima tracción, admitiéndose solamente en la porción central del claro para las barras superiores, y en la porción cercana a los apoyos paralelos inferiores. Los traslapes serán desplazados entre sí una longitud no menor de 30 veces el diámetro nominal para varilla corrugada, y 40 diámetros de longitud para varilla lisa. Los cierres de las coronas y estribos contiguos deberán quedar alternados.

ET-7-04 BARRAS PASAJUNTAS

Las pasajuntas serán instaladas en la posición indicada en los planos por medios mecánicos, o bien mediante la instalación de canastas metálicas de sujeción durante el colado. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasa-juntas en la posición correcta durante el colado y acabado del concreto, mas no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

La disposición final de las pasa-juntas deberá garantizar un perfecto alineamiento paralelelo con la superficie del pavimento y con el eje de colado.

ET-7-05 BARRAS DE ANCLAJE

Las barras de anclaje se colocaran en las juntas longitudinales con el propósito de evitar el corrimiento o separamiento de las losas.

Las barras de anclaje serán de acero corrugado, de los diámetros y longitudes especificadas en los planos, y cumplirán con lo especificado en la norma ASTM A 615, grado 40 ($f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$) y serán colocados directamente en el concreto.

Las barras de anclaje deberán colocarse en las juntas longitudinales en forma perpendicular a estas y deberán espaciarse como se muestra en los planos. Las varillas de anclaje deberán mantenerse en posición paralela a la superficie del pavimento y a la mitad del espesor de la losa.

ET-7-04 INSPECCIÓN Y APROBACIÓN

Todo esfuerzo será inspeccionado por la supervisión después de ser colocado en los encofrados. Antes de colocar el concreto debe tenerse la aprobación del supervisor. Los conductos eléctricos, camisas, pasa tubos y demás tuberías que vayan embebidas en el concreto, se instalarán hasta que todo el refuerzo este en su lugar.

ET-8 OBRAS METÁLICAS

El trabajo de esta partida incluye la provisión de todos los materiales, transporte mano de obra, equipo, herramientas y cualquier otro trabajo necesario para la ejecución completa de cada una de las estructuras metálicas.

ET-8-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo de esta partida incluye el suministro de todos los materiales, transporte, mano de obra, equipo, herramientas y cualquier otro trabajo necesario para la ejecución completa de cada una de las diferentes estructuras metálicas.

ET-8-02 MATERIALES.

Los diferentes materiales metálicos deberán estar libres de defectos que afecten su resistencia, durabilidad y apariencia; serán de la mejor calidad comercial para los propósitos especificados, y cumplirán con las especificaciones para "Acero Estructural", ASTM A-36 con límite aparente de elasticidad mínimo de 2520 Kg/cm². (36,000 lbs/pulg²). Las propiedades estructurales serán suficientes para soportar las deformaciones y esfuerzos a que los metales serán sometidos.

Pintura: La pintura a utilizarse será una base de pintura anticorrosiva que cubra completamente todas las superficies metálicas incluyendo las soldaduras; se tendrá cuidado de limpiar completamente la superficie metálica antes de aplicarla. En ningún caso se aplicara pintura sobre superficie con oxido, polvo, grasa o cualquier otro material extraño.

Tubo Galvanizado: Los tubos que se utilicen en la construcción de portones deberán de ser de tipo comercial.

No se permitirá una variación del 5% en sus diámetros nominales. Antes de ser procesados, deberá ser eliminado todo rastro de aceites originales de fábrica.

ET-8-03 MANO DE OBRA

Las obras metálicas se elaboraran de acuerdo con las medidas que se rectificaran en la obra y las cotas que indiquen los planos. Los cortes y perforaciones serán líneas y superficies rectas en las que las uniones permanentes serán soldadas o remachadas, según indique el supervisor. Los miembros terminados tendrán una alineación correcta y deben quedar libres de distorsiones, dobleces, juntas abiertas y otras irregularidades o defectos, los bordes o esquinas serán con líneas y aristas bien definidas.

ET-8-04 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Protección.

Todos los metales y productos metálicos serán protegidos contra todo daño en los talleres, en tránsito y durante la erección hasta que se entreguen las obras.

Enderezado.

Toda vez que sea necesario, los materiales de los miembros o partes de las estructuras deberán ser enderezados cuidadosamente en el taller por métodos que no los dañen, antes de ser trabajados.

Los dobleces bruscos en un miembro, pueden ser causa de rechazo de la pieza. No se permitirá desviaciones de la línea recta que excedan de 2.5 milímetros por cada metro de longitud de la pieza.

Acabado.

Los cortes de las piezas podrán ser hechos con sierra, cizalla, soplete o cincel y deber ser ejecutados con precisión y nitidez; todas las partes vistas serán bien acabadas, especialmente los bordes de cortes con soplete.

Agujeros y pernos.

Los agujeros y los pernos deberán limitarse para que queden lisos, cilíndricos y perpendiculares a los miembros. Los pernos deberán ajustar perfectamente y ser de longitud suficiente para proyectarse por lo menos 3 milímetros por encima de la tuerca cuando estén apretados y la rosca deberá destruirse en la parte que se proyecta. Las cabezas de los pernos y las tuercas serán hexagonales.

Soldadura.

Las soldaduras en taller y en obra serán del tipo de arco eléctrico, ejecutados solamente por operarios previamente calificados para tal fin y de acuerdo con el "Standard Code for Arc. Welding in Building Construction of the American Welding Society". Las superficies a soldarse deberán estar libres de escamas sueltas, escorias, corrosión, grasa, pintura y cualquier otra materia extraña. Las superficies de las juntas terminadas deberán estar libres de escorias, rebabas y chorretes. Los electrodos a utilizar serán de calidad reconocida y se sujetarán a la serie E- 7018 de las especificaciones para aceros suaves ASTM-A233.

Las piezas a soldarse con soldadura de filete se acercarán lo más que se pueda, y en ningún momento deberán estar separadas más de 5 mm. La separación entre superficies de contacto de juntas traslapadas y a tope sobre una estructura de apoyo no será mayor de 2 mm. El ajuste de las juntas en las superficies de contacto que no estén completamente selladas por las soldaduras deberá ser lo suficientemente cerrado para evitar que se filtre el agua, después de haber pintado las piezas.

ET-9 ALBAÑILERÍA Y ACABADOS.

ET-9-01 ALCANCE DEL TRABAJO

En esta partida están incluidas todas las obras de albañilería y acabados, el contratista proveerá materiales, mano de obra, transporte, equipo y servicios necesarios para ejecutar las obras que indiquen los planos y las especificaciones.

I. Mortero.

Materiales

Cemento Pórtland: tipo I, según especificaciones A.S.T.M C150-67 o tipo II, según requerimiento AASHO M-85-63.

Arena: Agregado fino conforme A.S.T.M C-144-66 T y C-40.

Agua: El agua debe estar al momento de usarse, limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis, cloruros, materiales o sustancias deletéreas.

II. Proporcionamiento

Los materiales a usarse tendrán las proporciones en volumen según el siguiente cuadro:

CONCEPTO	PROPORCIÓN	TAMIZ
Mampostería de block de concreto	1:2 (1 cemento - 2 arena)	1/4"
Aceras	1:3 (1 cemento - 3 arena)	1/4"
Mampostería de piedra	1:6 (1 cemento - 6 arena)	1/4"
Repellos	1:4 (1 cemento - 4 arena)	1/16"
Afinados	1:1 (1 cemento - 1 arena)	1/64"
Azotados	1:2 (1 cemento - 2 arena)	1/4"

No se permitirán por ningún motivo batir mezcla en el suelo de tierra, ni usar mortero que tenga mas de treinta (30) minutos de preparación. La cantidad de agua que se usara en la mezcla será la necesaria para obtener un mortero plástico y trabajable. El Supervisor determinara desde el inicio de la obra cual será el grado de plasticidad requerido.

Cualquier cantidad de mezcla que no este de acuerdo con la condición apuntada no será aprobada y no podrá ocuparse en la obra.

ET-9-02 PAREDES DE BLOQUE DE CONCRETO

Estas paredes deberán cumplir con los requisitos de A.S.T.M. designación C-90-64 T, para el tipo de bloque hueco.

Las paredes especificadas en los planos como bloque de concreto serán de tipo saltex o similar, de las dimensiones especificadas en los planos. Los

bloques se colocaran con refuerzos vertical y horizontal como se muestra en los planos.

Las paredes se dejarán a plomo, alineadas correctamente para que la junta horizontal sea uniforme. Los bloques se colocaran sin mojarse, con un mortero de 1:2, las juntas no podrán ser mayores de 1.5 cm. ni menores de 0.5 cm. No se permitirán bloques que no tengan como mínimo 28 días de edad. El acero de refuerzo será conforme a lo especificado en los planos respectivos.

Las juntas de los bloques de concreto serán sisadas con un sisador apropiado conforme se vayan construyendo. Estas sisas serán uniformes y no presentaran desviaciones apreciables. Las sisas horizontales se alisaran con una varilla redonda de 5/8" de 60 cm. de largo mínimo, con un extremo volteado hacia arriba y con un agarradero en el centro. Las sisas verticales se alisaran con otra herramienta construida por una varilla corta de 5/8" en forma de ese.

El relleno de los huecos de las paredes de bloque (verticales y horizontales) se llevara a cabo con concreto que tenga un revenimiento máximo de 15 cms. y con una resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 (chispas de piedra para bloques de 10 cms) de ancho y grava #1 para bloques mayores.

En todas las paredes se colocara refuerzo horizontal y vertical según lo indiquen los planos. Los empalmes en las estructuras de concreto reforzado, serán de 30 diámetros de longitud para varilla corrugada, y 40 diámetros de longitud para varilla lisa.

ET-9-03 CANALETAS Y CORDÓN CUNETTA DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Estas se construirán de acuerdo a lo especificado en los planos y tomando en cuenta:

Descripción: Se construirán canales de desagüe para el desalojo de las aguas en la parte frontal y/o trasera de las edificaciones o según se especifique en los planos, comprende el suministro de los materiales, mano de obra, herramientas y equipo necesario para su ejecución.

ET-9-04 MÉTODO DE EJECUCIÓN

De acuerdo a lo que indiquen los planos se terminaran previamente las superficies de asiento del revestimiento de acuerdo con los niveles, pendientes longitudinales y secciones transversales.

La pendiente del canal no será menor de 1% y la superficie deberá quedar lisa y uniforme, sin contra pendiente, de tal forma que permita el flujo libre del agua y que no haya sedimentación de partículas o empozamientos de agua. Se compactara la capa superior de 15 cms. de espesor del asiento a no menos del 90% de su máxima densidad seca, así como lo especifica (A.S.T.M. D-1557-64T) A.A.S.H.O.T-180-61 método D. A continuación se construirán dos cintas de guía, (una en cada orilla paralela al eje de cada canal) con piedras escogidas de altura no menor de 25 cms. las cuales se acomodaran firmemente en el terreno de manera aceptada por el supervisor. Seguidamente se procederá a empedrar las áreas determinadas por las cintas guías con piedras de altura no menor de 15 cms., las cuales se acomodaran en la misma forma que las anteriores.

Las piedras serán colocadas en la obra en mezcla de cemento y arena en las proporciones volumétricas de 1 : 4, cuidando que la mezcla llene todos los huecos que quedan entre las piedras.

Todas las piedras se colocaran descansando en la superficie de apoyo. En ningún caso se ocuparan dos o más piedras para dar el espesor prescripto.

La piedra a usarse deberá ser limpia y libre de defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie.

La superficie de todo revestimiento de piedra ligado con mortero se curara manteniéndola mojada por un periodo constante de tres días cuando menos. Este curado no se iniciara antes de cuatro horas de terminada la faja correspondiente.

ET-9-05 REPELLO Y AFINADOS EN CANALETES

Materiales:

Se emplearán los siguientes materiales:

- ✓ Cemento Portland: Tipo I según las especificaciones A.S.T.M C 150-67 tipo II, según requerimiento AASHO M-85-63.
- ✓ Arena: Agregado fino conforme A.S.T.M C-144-66 T y C-40.

Repellos

El cemento para repellos será bajo contenidos de álcalis, se hará en las partes indicadas en los planos; las nervaduras tanto vertical como horizontal serán repelladas y afinadas denotando las aristas.

Las estructuras de concreto serán picadas antes de repellarse y la superficie será limpiada y mojada antes de la aplicación del repello, en ningún caso será mayor de 1.5 cms. y será necesario curarlo durante 3 días al estar terminado. Al terminarse deberán quedar nítidos, limpios sin mancha pareja a plomo, sin grietas, depresiones o irregularidades y con las aristas vivas.

Afinados

Los afinados se realizaran con un acabado de llana de metal o madera, seguido de un alisado de esponja. Para poder efectuar el afinado, la pared, las estructuras y nervaduras deben estar bien repelladas y mojadas hasta la saturación.

Para lograr un buen afinado la arena debe cernirse en cedazo de 1/64" en seco, las proporciones varían según la tersura que se desee. Si el Supervisor lo autoriza, el afinado puede hacerse a partir de cal cementada o simplemente de tierra cemento.

En este último caso la proporción recomendada será de tres (3) partes de cemento por dos (2) partes de tierra blanca, seca cernida en cedazo de 1/4" o menos.

Cuando se hayan hecho perforaciones en paredes o losas para colocar tuberías, aparatos sanitarios, etc., después de repelladas la superficie, debe afinarse nuevamente todo el paño completo, para evitar cualquier mancha o seña de reparación excepto en paredes que llevan revestimiento.

ET-9-06 FORMA DE PAGO

Se pagara por metro cuadrado instalado de acuerdo a los precios ofertados. El precio unitario comprende todo lo requerido hasta cumplir con el trabajo de acuerdo a las especificaciones y planos.

ET-10 PISOS

ET-10-01 ENCEMENTADO TIPO ACERA (concreto simple).

DESCRIPCIÓN: Se incluye en esta partida la construcción de aceras perimetrales.

Método de construcción:

Se construirá las aceras con pendientes y espesores indicados en los planos. Se preparara la sub- base compactando material selecto en capas de 10 cms. de espesor desde la profundidad que indique el supervisor hasta el nivel indicado en los planos, seguidamente se colocara sobre la sub-base una

capa de concreto simple con proporción 1:2:3. En una operación continua se revocara la superficie con mortero de cemento y arena en la proporción de 1:3 y se aplanchara hasta lograr una superficie afinada y plana.

El espesor de esta capa no Será menor de 1 cms.

ET-10-02 PISO DE CONCRETÓ HIDRÁULICO (Patios de compostaje).

La superficie para los patios de compostaje, serán de concreto reforzado. Se construirá en los sitios indicados en los planos sobre una base compactada con material selecto a un espesor de 30 cm. La compactación deberá alcanzar un valor no menor de 95% de la densidad máxima. Siguiendo lo especificado en AASTHO T-180-61. Al mismo tiempo tendrá una losa de 18 cm de espesor.

El concreto que se usara en estos pisos tendrá una resistencia mínima a la ruptura por compresión a los 28 días de 280 kgs/cm². Se le dará un acabado liso con llana metálica, a menos que los planos indiquen lo contrario.

Los detalles, diámetros y espaciamientos de las barras pasajuntas, barras de amarre y junta longitudinal y transversal se presenta en los planos.

Las pasajuntas se colocaran en las juntas transversales de contracción y se colocaran directamente embebidas en el concreto como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de cargas entre losas adyacentes.

Las barras de anclaje se colocaran en las juntas longitudinales con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las lozas.

Canal De Lixiviados Se construirán canaletas perimetrales a los patios de lixiviados para la evacuación de los mismos según ET-7.

Diseño de mezcla

El diseño de mezcla de concreto se efectuara de acuerdo a lo especificado en la norma ACI 214. Para el cálculo de la resistencia requerida (f_{cr}) se utilizara el método de la desviación estándar, el valor recomendado del f_{cr} será el que garantice que no mas del 10% de los resultados esperados del esfuerzo a la compresión sean inferiores al f'_c , es decir que el valor recomendado de t será de 1.28, donde t es un factor de modificación de la desviación estándar de las pruebas de compresión de cilindros.

La desviación estándar de los resultados de las pruebas de compresión en cilindros para el diseño de la mezcla y para la aceptación final del concreto colocado no será menor de 31.7 kg/cm^2 y además ningún resultado deberá ser inferior al 85% del f'_c de tal manera que la resistencia de diseño será:

$$f_{cr} = f'_c + 31.7(1.28) = 320 \text{ Kg/cm}^2.$$

Los diseños de las mezclas y los resultados obtenidos deberán ser sometidos a consideración del supervisor.

ET-11 CUBIERTA DE TECHO

ET -11-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrara todos los materiales, herramientas, equipo, trasportes, servicios y mano de obra necesaria para la construcción e instalación del techo, conforme a lo indicado en los planos y a las presentes especificaciones.

Cubierta

Según se indique en los planos y/ o se cuantifique en el plan de propuesta el contratista enlaminara con lamina zinc alum calibre 26 de la marca galvaniza o

similar de acabado galvanizado las laminas deberán ser del ancho del total a colocar y de no ser así se recomienda solo hacer un traslape.

Los traslapes transversales serán de una y media ondas y longitudinales de 15 cms. Como mínimo o mayores si el fabricante así lo recomendaran, se sujetara con tornillo autotaladrante de fijación expuesta a la intemperie, a los polines metálicos del techo. Los tornillos se colocaran transversalmente en cada lomo alterno de la ondulación y longitudinalmente en los extremos de las láminas y a una distancia no mayor de 90 cm; o como lo recomienda el fabricante.

Los tornillos se sellaran con arandelas, y empaques de neopreno que aseguren la impermeabilidad del techo.

La cumbrera o parteaguas, se usara el accesorio específico para el tipo de lámina.

Al estar terminado el techo, este deberá ser revisado cuidadosamente y recibido a satisfacción por el supervisor, lo cual deberá estar asentado en bitácora. Estos trabajos se pagaran por m².

ET-12 PUERTAS Y VENTANAS

ET -12-01 ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo de esta partida comprende la provisión de todos los materiales, mano de obra, equipo y herramientas para la fabricación de las puertas y ventanas, de conformidad a lo indicado en el plano y a estas especificaciones.

Ventana tipo solaire: de perfil de aluminio, con vidrio de color claro y paletas de 6" de ancho, con 5 mm de espesor. Tomar en cuenta que todas las dimensiones deben de ser rectificadas en la obra.

Ventana de malla ciclón: para este tipo de ventana se utilizara malla ciclón calibre 11 soldada a un marco de ángulo de hierro sujeta con varilla de 1/4". para la soldadura y acabados se tomara en cuenta lo del apartado ET-9.

Puerta Malla ciclón: Puerta con marco de tubo metálico galvanizado de 1 1/2 "con malla calibre 11 soldada y sujeta con varilla de 1/4 para la soldadura y acabados se tomara en cuenta lo del apartado ET-9.

Puerta Metálica: Para la puerta de doble forro de lamina de hierro de 1/16" con ángulo de 1"x1"x 1/8" y contramarco de 1/2" x 1/8.

Las mochetas de hierro angular se fijaran a plomo sin distorsiones de los miembros. El hueco para colocar la puerta debe de tener las dimensiones especificadas en los planos.

La puerta llevara tres bisagras de tipo alcayate fabricadas de varilla lisa de media y tubo de hierro negro adecuado para introducir la varilla lisa.

ET-13 ELECTRICIDAD

Generalidades

El contratista suministrará e instalará todos los materiales, proporcionará mano de obra, herramientas y equipo, permisos y demás servicios necesarios para entregar completamente terminado todo lo indicado en esta partida y según se indica en los planos. (**VER PLANO 18 /24**).

ET-13-01 ALCANCE DEL TRABAJO

Los trabajos para este apartado deberán conformarse con los detalles de los planos y especificaciones, así como los requisitos mínimos establecidos por el Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos y en el Reglamento de Obras

e Instalaciones Eléctricas decretado por el Ministerio de Obras Publicas y Economía en 1950, vigentes son los siguientes:

- 1- Suministro e instalación del tablero general.
- 2- Unidad eléctrica de alumbrado (Artefactos eléctricos).
- 3- Unidades Eléctricas de toma corriente doble.

El contratista hará la instalación Eléctrica completa de lo siguiente:

- Suministro e instalación de tablero de alumbrado, subtablero y su acometida, cuando y como se indiquen en los planos.
- Instalación de la distribución de todos los circuitos derivados, unidades de iluminación y tomas de corrientes.
- Instalaciones de los trabajos de trazado, zanjeado, picados y recubrimiento de paredes y pisos para alojar los ductos en los lugares que fuere necesario.
- Polarización de todos los tableros con barra copperweld, de las medidas indicadas en los planos respectivos.
- Los dibujos muestran la localización aproximada de los tableros, cajas de empalme, luminarias, ductos, etc. pero la supervisión se reserva el derecho de hacer cambios razonables de manera de ajustarse a la estructura del edificio. El contratista efectuara dichos cambios de ubicación sin costo extra para el propietario.

Materiales:

Todos los materiales y equipos estarán sujetos a la aprobación del supervisor y del inspector encargado del proyecto por parte de la alcaldía. Los materiales para todo lo que abarca el contrato deberán ser nuevos y de mejor calidad en su clase, de acuerdo a lo especificado.

Las canalizaciones ocultas, empotradas en la pared y subterráneas serán en tubería plástica del tipo denominado poliducto y la expuesta en tubería metálica rígida galvanizada y sin venas fabricadas bajo las normas UL y NFPA.

Cajas:

Las cajas conduit de salida de conexiones y para interruptores que vayan empotradas, deberán ser de lamina de calibre grueso, del tipo pesado incluyendo las que quedan en el entre-cielo, provistas de perforaciones para introducir los conductos y con sus cubiertas respectivas. Deben tener forro aislante con un color de identificación para cada fase de acuerdo con el reglamento de obras e instalaciones eléctricas y se conservara este color en toda la instalación.

Los conductores de calibre igual o menor que el numero 8 AWC o mayores deberán ser cables.

Para el alumbrado de circuitos alimentadores de alumbrado y fuerza, se utilizaran conductores de cobre, con forro, tipo THW con aislamiento para 600 V y calibre indicado en los planos.

Para las bajadas de alimentación a luminarias fluorescentes de cielo, se utilizaran cable de dos conducciones de cobre del tipo TNM con aislamiento para 60 V y calibre 12 AWG.

Tomacorrientes:

Los tomacorrientes a utilizarse serán de pared dobles montados en fábrica en el mismo chasis y con capacidad nominal de 10 amperios a 125 V. Serán instalados en cajas de conduit de calibre pesado, rectangulares de 4" x2" a una altura de 30cms. desde el piso terminado al centro de las cajas, y a 95 cm. sobre el piso cuando haya muebles.

Antes de alambrear los tomacorrientes deberá tenerse cuidado de sacar la humedad que pueda existir dentro de las cajas una vez conectados, deberán rellenarse las cajas con un compuesto impermeabilizante de uso aprobado para tal fin.

Los tomas de corriente trifilares serán para 230 v, 50 A, montados a caja 4"x4" con cubierta de aluminio anodizado o de acero cromado.

Interruptores:

Los interruptores para luminarias serán del tipo silencioso, para 15 A continuos y 125 VAC nominales, tipo dado, sencillos, un polo según sea especificado en los planos, debiendo de ser instalados dentro de cajas de conduit empotrados en la pared, cuyas tapaderas serán placas de bakelitas color marfil. Deberá tenerse cuidado de aislar completamente los terminales de conexión cuando sean instalados. La altura de estos ser a 1.20 NPT y estarán ubicados en el sentido opuesto al abatimiento de la puerta.

Las placas para tomas de corrientes o interruptores serán de baquelita y deberán tener las aberturas adecuadas para el número y tipo de dispositivos que cubren.

Tableros:

Los tableros de alumbrado y tomas serán monofásicos de 3 hilos 120/240 V marca general Electric o similar, neutro sólido, protecciones y herrajes, según se muestra en los planos e irán empotrados en la pared con la cubierta a nivel del plano de la pared terminada y a una altura de manera que el dado térmico mas alto se encuentre a 1.90 mts. del NPT.

Luminarias:

El contratista suministrará, instalará y conectará las luminarias que se especifiquen en los planos. Deberán quedar instaladas en forma completa con sus bombillos o tubos fluorescentes en los lugares mostrados en los planos.

Conexión a Tierra:

Las cajas de control y cualquier parte metálica no portadora de corriente, deberán tener conexión a tierra por medio de varillas de cobre conectadas a la tierra directamente o a la cañería de agua potable subterránea por medio de cepo o abrazadera de presión del material y calibre adecuado, si esta cañería es metálica.

Empalmes:

Cuando en algún empalme se vea involucrado, los conductores de calibre igual o mayor que el AEG #8 deberá usarse conectores de bronce del tipo perno partido, los que al ser instalados deberán ser recubiertos con cinta scotch #23 o masilla scotchfill y luego se terminara el aislamiento con cinta scotch #33 o similar.

Forma De Pago:

Las obras de esta partida se pagaran según los precios y sumas globales especificados en el presupuesto oficial y que incluyen un trabajo completamente terminado de acuerdo a los planos y especificaciones.

ET-14 OBRAS EXTERIORES

ET-14-01 LAGUNA DE LIXIVIADOS

La laguna de lixiviados es una estructura excavada sobre el nivel del terreno que tendrá la función de almacenar sólo los líquidos infiltrados a través de las capas de residuos, es decir los lixiviados; con el fin de mantenerlos hasta su evaporación o bombeo hacia el frente de trabajo. En el plano se presenta los detalles (**Ver Plano 7/24**).

El trabajo consiste en afine, conservación de taludes y plantillas, y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

Los Conceptos de Obra:

Excavación en material tipo I. En zanjas para anclaje de geomembrana.

Excavación en material tipo I. Para laguna.

La laguna se impermeabilizará con geomembrana de polietileno de alta densidad, de 1 mm. de espesor, calibre 40.

El anclaje de la geomembrana de la laguna, se realizará desde la superficie, en zanjas de 0.40 x 0.40 m. de altura, construidas en el perímetro de la laguna.

Se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico (m³) sin considerara abundamiento.

ET-14-02 Cerco Malla Ciclón

Según se especifican en planos y presupuesto se hará este trabajo incluyendo toda la mano de obra, materiales y herramientas necesarias para la construcción del cerco de malla ciclón.

La malla será calibre 11 de 72" y postes de concreto rectos de 15 x15 cms. de 1.8 mts. de altura y separados cada 2.00 mts.

Cada 5.00 mts cada esquina o cambio de dirección de cerco se apuntalara con 2 postes diagonales. Se pagara en la unidad que se especifique en el presupuesto aprobado.

ET-14-03 Portón De Malla Ciclón

El contratista suministrara la dirección técnica, equipo, mano de obra, materiales y servicios sanitarios para llevar acabo los trabajos descritos en esta sección.

Las normas para el hierro, tubo y soldadura, serán las indicadas en el ET-6. Obras metálicas. Las mallas a colocar serán calibre 11 y lo que se especifica en los planos.

Rotulo

Deberá ser colocado en un periodo de 15 días al iniciar la obra, la ubicación deberá ser en la parte mas visible del terreno o de algún área publica, con la aprobación del supervisor.

ANEXO 7

**MANUAL DE OPERACIÓN DE LA
PLANTA DE COMPOSTAJE**

METODOLOGIA

Para la ejecución del proyecto de la planta de compostaje para la micro región centro y sur del departamento de Ahuachapán.

La metodología sugerida para los técnicos que tendrán a cargo la ejecución del presente proyecto será de carácter participativo, consta de tres etapas: Promoción, Ejecución y Evaluación; en las cuales se plantea la participación de todos los habitantes involucrados. Pero para iniciar el proyecto se compostará los desechos orgánicos del mercado (debido a que su porcentaje de materia orgánica es alto) y algunos centros escolares, ya que la micro regiones en algunos de estos centros a implementado el programa de separación en el origen. Para que estos actores lo puedan llevar a un sector de la comunidad.

PROMOCIÓN

Se efectuarán reuniones con las directivas de las colonias con el propósito de promover el proyecto de compostación y posteriormente lograr el desarrollo de sus capacidades de gestión para garantizar el éxito del mismo. Como el proceso es gradual se integraran por comunidades o colonias, pero lo cual se informara a las directivas de estas sobre la importancia de la ejecución de este tipo de proyecto y sobre todo de lograr la separación en lugar de los desechos sólidos.

Los habitantes participantes en la ejecución del proyecto podrán gozar de incentivos como los que se mencionan a continuación:

Entrega de diplomas de reconocimiento, por colonia o viviendas, por la participación en el proyecto de separación de desechos sólidos para el compost, recibir gratuitamente depósitos para el almacenamiento intra-domiciliar de los desechos orgánicos e inorgánicos de forma periódica durante un periodo establecido del proyecto.

Reconocimiento público al 25% de las viviendas más colaboradoras de cada colonia por realizar el manejo adecuado de sus desechos.

Reconocimiento público durante algunos días festivos del año el esfuerzo a las colonias de mayor participación en el proyecto.

EJECUCION.

Tomar en cuenta criterios técnicos para realizar la segregación y acondicionamiento de los desechos sólidos en el patio de compostaje hasta la obtención del compostaje.

EVALUACION

Verificar si la implementación de campaña de concientización esta dando resultados, si se esta logrando la separación en el origen y si se esta obteniendo resultados de la elaboración del compostaje.

MATERIALES QUE SE PUEDEN COMPOSTAR

Para hacer compost se puede utilizar gran parte de lo que se genera en el jardín y en la cocina provenientes de viviendas, así como restos de poda y los desechos solido organico generados en los mercados. (Ver **Figura 1**, Materiales que se pueden compostar). Aun así existen algunos materiales que aparentemente son compostables pero su proceso de descomposición es demasiado lento y al mismo tiempo generadores de vectores que pueden afectar el proceso de compostaje (Ver **Figura 2**, Materiales que no se pueden compostar).

Los materiales a compostar se dividen en cafés y verdes (más secos o más húmedos respectivamente), (Ver **Tabla 1**, Materiales secos (color café) y **Tabla**

2. Materiales Húmedos (Color Verde), Ver **Tabla 3**, Materiales que no se pueden compostar).



Figura 1 Materiales que se pueden compostar.

Tabla 1 Materiales secos (color café).

Cafés (secos)	Observaciones
Aserrín, virutas de madera.	En pocas cantidades. No utilizar si proviene de madera enchapada.
Hojas secas.	A veces son muy duras, es mejor añadir las picadas.
Pasto cortado y seco.	Cuando se requiere de materiales café para la mezcla se puede secar al sol pasto recién cortado.
Podas.	Ayuda a la aireación. Debe ser picado en pedazos chicos de máximo 5 cm.

Tabla 2 Materiales Húmedos (Color Verde).

Verdes (húmedos)	Observaciones
Cenizas de madera quemada	Usar pocas cantidades
Cítricos	Requiere de buena aireación
Hojas de elote	Solamente picados en pedazos chicos (menos de 5 cm)
Estiércol de animales herbívoros	Caballos, vacas, ovejas, conejos, etc.
Frutas y verduras	Usar cáscaras o pedazos. Picado en pedazos chicos.
Hojas y bolsa de té	Esparcir.

microorganismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición y que colonizan el material muerto. La fase latente es principalmente influenciada por la naturaleza de la materia orgánica y por las condiciones climáticas. En los climas tropicales esta fase dura entre 1 y 4 días, mientras que en los climas fríos dura más días. Por razones prácticas, el inicio de esta fase se fija en el momento de la colecta de los desechos sólidos. Sin embargo, es posible que los desechos hayan sido almacenados durante algunos días o semanas antes de su recolección y que la descomposición ya haya comenzado, lo que hace difícil el control del proceso de compostaje.

1. Fase de calentamiento.- En esta fase los microorganismos se multiplican rápidamente e invaden la materia orgánica absorbiéndola desde la parte más fácilmente asimilable como por ejemplo azúcar, almidones, proteínas y ácidos orgánicos, para luego terminar con lo demás. El consumo de Oxígeno y la producción de Oxido de carbono por metabolismo microbiano es muy elevado durante esta fase. La actividad metabólica máxima y los métodos de liberación de energía en forma de calor realizado en el lapso de algunos días, provocan un aumento rápido de la temperatura al interior de la masa en descomposición.
2. Fase de la temperatura máxima.- Las temperaturas de sustrato se elevan a más de 60 grados centígrados. Estos niveles de temperatura tienen un efecto selectivo importante en favor de los microorganismos termófilos, que son capaces de vivir a altas temperaturas, los cuales impiden el crecimiento de un gran número de otros microorganismos y reducen el número de patógenos y parásitos.

Existen pocos microorganismos termófilos que sobreviven a una actividad metabólica sobre los 70 grados centígrados. Cuando los sustratos fácilmente asimilados han sido metabolizados, la tasa de actividad microbiana disminuye y la temperatura comienza a bajar.

3. Fase de enfriamiento.- Durante esta fase, la temperatura baja a condiciones mesófilas (sobre los 55 grados) y otros grupos de microbios, los mesófilos retoman su importante actividad metabólica.
4. Fase de maduración.- Al final del proceso a un estado avanzado de maduración y estabilización, la tasa de actividad de hongos, actinomicetos es más elevada mientras que la actividad bacteriana comienza a disminuir. Algunas especies de microorganismos mesófilos y termófilos descomponen de manera activa importantes polímeros, tales como celulosa y lignina.
5. Fase de estabilización: La descomposición de la celulosa es prácticamente intensiva durante esta fase final (hongos). La degradación de la lignina está reservada a un grupo limitado de microbios como hongos superiores (bacidomicetos). Durante esta última fase la temperatura baja corresponde a la temperatura ambiental. Las fases finales del compostaje conducen a la actividad de los hongos, de actinomicetos y de un gran número de pequeños animales como cucarachas y pequeños insectos. Estas actividades son esenciales para la humificación de materias orgánicas, la cual ya puede ser aprovechada por las plantas.

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza; ósea en la superficie pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descritas se presente por lo general más de una vez.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DESECHOS A COMPOSTAR

Los desechos poseen muchas características pero para este proyecto sólo se tomaron en cuenta aquellas que inciden en forma directa en la evolución del proceso y en la calidad del producto final.

• Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).

La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción.

Una relación C/N óptima de entrada, es decir de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir $C(25)/N(1) = 25$. En términos generales, una relación C/N inicial de 20 a 30 se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje.

Tabla 4 Materiales ricos en carbono.

Materiales ricos en Carbono (C) Cafés (secos)	Observaciones
Hojas secas, Aserrín, corteza de árbol, cáscaras de nueces, plumas, rastrojo, viruta, etc.	Los desechos deben ser picados en trozos de 1.27 cm a 3.81 cm. Aproximadamente.
Pasto cortado y seco.	Cuando se requiere de materiales cafés para la mezcla se puede secar al sol pasto recién cortado.

Tabla 5 Materiales Ricos en nitrógeno.

Materiales ricos en Nitrógeno (N) Verdes (húmedos)	Observaciones
Frutas y verduras, trozos de vegetales	Usar cáscaras o pedazos. Picado en pedazos chicos.
Hojas de tamales, residuos de	Los desechos deben ser picados en trozos de 1.27

café.	cm a 3.81 cm. Aproximadamente.
Olotes, tuzas de elote, flores, desechos de jardín	Los desechos deben ser picados en trozos de 1.27 cm a 3.81 cm. Aproximadamente.
Vainas de arroz y frijoles	Los desechos deben ser picados en trozos de 1.27 cm a 3.81 cm. Aproximadamente.

Con respecto al Balance Carbono/Nitrógeno puede sacar las siguientes reglas básicas:

1. Utilizando materiales con una buena relación C/N, no es necesario realizar mezclas.
2. Los materiales con relativo alto contenido en Carbono deben mezclarse con materiales con relativo alto contenido en Nitrógeno y viceversa.

• Estructura Y Tamaño De Los Desechos

Numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje, otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general.

Las alternativas para este tipo de materiales leñosos y de gran tamaño es la utilización de trituradoras o chipeadoras. Para un diámetro medio máximo de partículas de 2 cm resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 8 cm, por lo que el tamaño indicado de 2 cm a 1cm es aconsejable para este tipo de materiales.

La trituración es muy importante para obtener el tamaño de las partículas deseadas, para ello se pueden adaptar molinos y trituradores, aunque también se puede hacer con machetes y martillos.

• Humedad

Si la humedad inicial de los residuos crudos es superior al 50 %, necesariamente se debe buscar la forma de que el material pierda humedad, antes de conformar las pilas.

Este procedimiento, se puede realizar extendiendo el material en capas delgadas para que pierda humedad por evaporación natural, o bien mezclándolo con materiales secos, procurando mantener siempre una adecuada relación C/N.

La humedad idónea para una descomposición adecuada de los desechos sólidos con suficiente aireación se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, sí se puede mantener una buena aireación). Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería carente de aire, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento.

La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto. También dicha humedad puede ser tomada empíricamente (manualmente) es decir, tomando una muestra de la pila con la mano. Si se queda una mancha (humedecida) el grado de humedad se considera bueno, si por el contrario no queda nada, hay necesidad de adicionar agua, puede también darse el caso que al presionarla escurra agua del material y esto refleja demasiada humedad y entonces debe voltearse, la humedad en exceso causa malos olores en el proceso de descomposición.

- **El Ph**

El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino) nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son aprovechables para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una separación natural del pH, es decir que se produce pH tanto ácidos como básicos lo que es necesario para el proceso que es acompañado por una sucesión de grupos fisiológicos.

- **La Aireación**

La aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de Compostaje Aeróbico. Como consecuencia de una mala aireación la concentración de Oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.

En la práctica, esta situación se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre SH₂) o fuerte olor a Amoníaco producto de la Amonificación. En una masa en compostaje con una adecuada relación C/N, estas condiciones de falta de aireación se producen por exceso de humedad o bien por una excesiva compactación del material. En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a suspender los riegos y a la remoción del material y a la reconfiguración de las pilas.

MANEJO DEL SISTEMA

Una de las reglas fundamentales a tener en cuenta para un sistema como el propuesto es mantener la independencia física de la Unidad de Compostaje (Uc). Nunca, se debe adicionar material nuevo a una Pila que ya ha sido conformada. Sólo cuando se tiene el material equivalente a la Uc (Unidad de Compostaje), se debe instalar la pila. Es muy importante llevar de cada Unidad de Compostaje, registros de los datos más relevantes. Fecha de conformación, relación C/N de entrada, temperatura del material antes de su ingreso al sistema, temperatura ambiente y todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso. Los registros pluviométricos son de gran importancia. Se aconseja instalar cercano a la Cancha un pluviómetro (aparato utilizado para medir la cantidad de lluvia que cae en un lugar y tiempo determinado) y llevar los registros correspondientes.

Delimite con marcas visibles, todas las dimensiones necesarias en los patios que le puedan servir como referencia para la movilización y reconfiguración de las pilas. Si bien, las dimensiones dadas en el ejemplo y esquema son geométricas, procure ajustarse lo máximo posible a las mismas. En la práctica, el material tenderá a esparcirse, perdiendo las dimensiones iniciales. Esto es totalmente normal. Cuando reconfiguren las pilas conserve en lo posible las dimensiones de diseño originales.

• Cuando airear y cuando regar

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que resulten aplicables para todos los casos posibles pero para este caso se realizará el volteo una vez por semana o más dependiendo del estado de la pila de compostaje. Para el riego se realizará dependiendo de la humedad y la temperatura que alcancen las pilas. Las aireaciones excesivas, son tan perjudiciales como los riegos en exceso. Uno de los parámetros, que resulta de

fácil determinación es la temperatura y es a partir de la misma que se puede en gran parte, ejercer un control sobre el proceso.

Para evitar condiciones anaeróbicas, las pilas no deben tener una altura mayor de 1.5 metros, con un corte de triángulo simétrico.

• **Control de la Temperatura**

La temperatura debe ser tomada en el núcleo de la pila. Existen termómetros especialmente diseñados para este fin. Si no se cuenta con un termómetro de este tipo, pueden utilizarse termómetros para uso textil (teñidos), o bien termómetros para parafina, utilizados en laboratorios de histología. También existen instrumentos digitales.

Considerando la longitud de la pila (24 m.) se recomienda tomar la temperatura en dos puntos equidistantes y tomar el valor promedio aritmético entre los dos puntos.

Como regla general y para conservar el instrumento utilizado, debe practicarse primero una perforación con una varilla metálica de mayor diámetro que el termómetro, y luego introducir el instrumento. Marcar el lugar donde se practicó la perforación, para utilizarlo en una nueva oportunidad. Es conveniente, realizar más de una lectura por metro lineal de pila y promediar los resultados.

• **Control de Humedad**

Para el control del contenido de humedad, aplicar el siguiente procedimiento Empírico (Ver **figura 3**, Procedimiento empírico, del control de la humedad):

1. Tomar con la mano una muestra de material.
2. Cierre la mano y apreté fuertemente el mismo.

3. Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces se puede establecer que el material contiene más de un 40% de humedad.
4. Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, se puede establecer que su contenido en humedad es cercano al 40%.
5. Si el material no gotea y al abrir el puño de la mano permanece moldeado, se estima que la humedad se presenta entre un 20 a 30 %.
6. Finalmente si al abrir el puño y el material se disgrega, se asume que el material contienen una humedad inferior al 20 %, tomándose como la ideal.



Figura 3, Procedimiento empírico, del control de la humedad.

PROCESO DE REFINACIÓN DEL COMPOST.

Para lograr un compost apto para su aplicación agronómica, sea en forma manual o mecánica, el mismo debe presentar una granulometría adecuada y homogénea y estar libre de elementos orgánicos o inorgánicos que dificulten su aplicación. Hay muchas alternativas técnicas para el refinado del compost: Pero para este proyecto se debe aplicar el zarandeado (granulométrica). La

experiencia indica que la separación por zarandeado es sin duda la menos costosa de realizar, y la que ha dado mejores resultados. Las cribas o zarandas, pueden ser vibratorias o de rotación. En particular las rotatorias, presentan un mejor rendimiento cuando se trata de procesar volúmenes importantes. El tamaño de malla de la criba o zaranda dependerá de la granulometría que se desea obtener, no obstante para utilización agrícola se recomiendan mallas de 1 cm x 1 cm. Para que este proceso, se realice sin inconvenientes es fundamental que el compost presente un contenido en humedad inferior al 20%. Los procesos de refine se realizan por razones obvias bajo techo. Una vez culminado el proceso de compostaje, el material es trasladado al área de procesamiento y es conveniente extenderlo en capas no superiores a los 30 cm. de espesor a una altura para favorecer la pérdida de humedad. Cuando el compost presente el contenido de humedad mencionado, estará pronto para su refine.

De este proceso se produce un sólido que no atraviesa la zaranda, el que dependiendo de la materia prima utilizada y de la granulometría que se desea obtener, se puede presentar en el orden del 5 al 20 %. Para residuos de origen agrícola y agroindustrial, y para la granulometría indicada se debe estimar a los efectos de los cálculos un promedio de los sólidos que no atraviesa la zaranda son del orden del 6 %. Para Compost producido a partir de la fracción orgánica recuperada de Desecho Sólidos Urbanos de recolección en masa, el sólido que no atraviesa la zaranda se sitúa cercano al 20 %. Si este sólido es exclusivamente de desechos orgánicos, el mismo se ingresará nuevamente al sistema de compostaje.

ACOPIO Y EMPAQUE

Finalizado el proceso de Compostaje y la refinación del mismo, es conveniente acopiar en la bodega de compostaje, ya que el compost expuesto a la intemperie, pierde rápidamente valores de sus nutrientes esenciales, por lavado y lixiviación. En referencia al empaqueo, son muchas las alternativas hoy disponibles que aseguran el mantenimiento de la calidad del producto. Se debe evitar, el empleo para el empaqueo de cualquier tipo de bolsa o recipiente que haya contenido agrotóxicos o cualquier otra sustancia química.

ASPECTOS SANITARIOS

Por el tipo de proceso que representa el tratamiento de los desechos orgánicos, es necesario tener un control completo de las condiciones higiénicas.

- Los trabajadores del proyecto: Los mismos que deben contar con un equipo adecuado para la manipulación de los desechos y evitar accidentes como cortaduras y lastimados. Es necesario controlar periódicamente la salud de los trabajadores puesto que existe un riesgo constante de contracción de enfermedades e infecciones virales o bacterianas.

Cada operario deberá presentar el equipo de protección personal que se detalla a continuación:

- a. Uniforme completo.
- b. Mascarilla.
- c. Guantes.
- d. Botas.
- e. Gafas protectoras (tamizado).

- El entorno: Es importante controlar la higiene y limpieza del entorno en el que se encuentra ubicado el proyecto. La acumulación de desechos orgánicos puede causar problemas de tipo sanitario en el suelo, aire, agua o paisaje del sitio utilizado afectando a las poblaciones que se pueden encontrar alrededor del proyecto. El proceso de descomposición genera residuos líquidos o gaseosos que también necesitan ser controlados para no causar estragos ambientales. Además se debe tomar en cuenta el programa de manejo ambiental.

- Aguas Lixiviadas

La cantidad de aguas lixiviadas varía y se puede estimar entre 15 litros - 25 litros/ ton de basura cruda recibida²⁵ en la planta de compostaje, se le dará tratamiento a los lixiviados de forma diferente en la época seca y lluviosa. En la época seca se trasladara los lixiviados orgánicos a una balsa de reservorio de lixiviados y estos a su vez serán recirculados hacia las pilas de compostaje para acelerar el proceso. En la época lluviosa se trasladaran los lixiviados orgánicos hacia la laguna de estabilización de lixiviados y luego recircularlos a las pilas. Además se propone cubrir las pilas con plástico, para asegurar que no tendrá acumulación de agua en el proceso durante la época lluviosa y que no acumulara mas humedad de la debida por la baja de temperatura de la noche.

Tabla 4 Posible problemas y soluciones en el proceso de compostaje.

SINTOMAS	POSIBLES PROBLEMAS	SOLUCION
Malos olores	1. Demasiado mojado. 2. Necesita más aire.	Agréguete a la pila materiales secos como hojas. Voltee a la pila para incorporarse más airé o mezcle materiales que

²⁵ Manual de compostaje, Roeben.

	3. Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno.	no se compactan para crear espacios de aire. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc.
La pila tiene olor a amoníaco	4. Demasiados materiales verdes. 5. La relación C / N esta fuera de balance.	Voltee a la pila para o agréguele materiales secos como aserrín o pedazos de madera. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc.
El proceso es muy lento	6. Las partículas en la pila de compostaje son demasiados grandes. 7. Falta de agua.	Corte los desechos en pedazos que no sean mayores de 20 o 25 cms., además se puede agregar material compostado para proveer más microorganismos. Agregar agua al compostaje.
La pila no se calienta	8. La falta de nitrógeno. 9. El área superficial de la pila de compost puede ser muy pequeña.	Agréguela materiales con nitrógeno como grama verde o desechos de vegetales. Mezcle más materiales para crear una pila más grande.
El centro está seco	10. No hay suficiente agua.	Agregue agua cuando este volteando la pila de compostaje.
Temperatura baja	11. Demasiados residuos verdes (nitrógeno). 12. Pila demasiado pequeña. 13. Humedad insuficiente. 14. Insuficiente aeración. 15. Falta de desechos verdes. 16. Tiempo frío.	Añadir residuos cafés. Aumentar el tamaño de la pila; tapar o aislar la pila/compostadora. Añadir agua durante el mezclado; cubrir la compostadora para evitar que se pierda la humedad. Voltear/mezclar; agregar trozos de material de tamaños diferentes. Añadir desechos verdes. Aumentar el tamaño de la pila; protegerla con plástico perforado para guardar el calor.
Temperatura Demasiado alta	17. Pila demasiado grande.	Disminuir el tamaño de la pila
Demasiada humedad	18. Estación húmeda.	Protección de la lluvia utilizando plásticos o material de poda. Cambiar la pendiente de la pila.

		<p>Adecuación del drenaje.</p> <p>Reformulación aumentado los residuos secos y protegiendo la pila de la lluvia, así como la captación y recirculación de lixiviados en tubería. Recolección de agua y almacenamiento en grandes tanques (cisternas o tinacos) en la estación lluviosa para uso durante el año.</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CONSIDERACIONES FINALES

Los conocimientos sobre la biotécnica de Compostaje no se agotan en el contenido de esta Propuesta. El objetivo es trasladar las bases conceptuales y los procedimientos técnicos a través de alternativas y recomendaciones; La experiencia práctica conjuntamente con la observación y sistematización así como también el involucramiento y/o apoderamiento por parte de los ciudadanos son los elementos que le permitirán el éxito al proyecto.

ANEXO 8

PLANOS CONSTRUCTIVOS

INDICE DE PLANOS

- 1 Plano Indice 1/24.
- 2 Plano Topográfico 2/24.
- 3 Plano de Ubicación 3/24.
- 4 Plano de Conjunto 4/24.
- 5 Planta de distribución de las pilas, en patios de compostaje 5/24.
- 6 Planta estructural y detalles de patios de compostaje 6/24.
- 7 Detalle de laguna de estabilización 7/24.
- 8 Planta arquitectónica, de fundación y de techos de la bodega de almacenamiento de compost 8/24.
- 9 Elevaciones laterales de la bodega de almacenamiento de compost. 9/24
- 10 Fachada principal y elevación posterior de bodega compost 10/24.
- 11 Planta arquitectónica, de fundaciones y de techos de la bodega de reciclables. 11/24.
- 12 Elevaciones laterales, Fachada principal y elevación posterior de la bodega de reciclables 12/24.
- 13 Planta arquitectónica, de fundaciones y de techos de la bodega de herramientas y garaje 13/24.
- 14 Elevaciones laterales, Fachada principal y elevación posterior de la bodega de herramientas y garaje 14/24.
- 15 Planta arquitectónica, de fundación, techos y elevaciones de la caseta. 15/24.
- 16 Planta arquitectónica, de fundación, techos y elevaciones de la oficina 16/24.
- 17 Planta de detalles de agua potable 17/24.
- 18 Planta de detalles eléctricos 18/24.
- 19 Detalles de puertas y ventanas 19/24.
- 20 Detalles estructurales 1 20/24.
- 21 Detalles estructurales 2 21/24.
- 22 Detalles de techos 22/24.
- 23 Detalles varios 23/24.
- 24 Plano de terrazas 24/24.



CONTENIDO: **PLANO INDICE**

FORMULADORES:
ADRIAN ELM, ROSANA YESSEN
CARLOS ARCEÑO, CARLOS CRISTO
ROSALEA ROSALES, CAROL BLANCO

SOCIETE DIRECTOR: ING. CARLOS OSWALDO GONZALEZ RUIZ
SOCIOSO DIRECTOR: LIC. ECOTECNOLÓGICO MARCO ANTONIO GONZALEZ

PROYECTO: CARPETA TÉCNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE"
PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO
DE AHUACHAPÁN.

UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAR, JOYA DE MORALES,
HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.

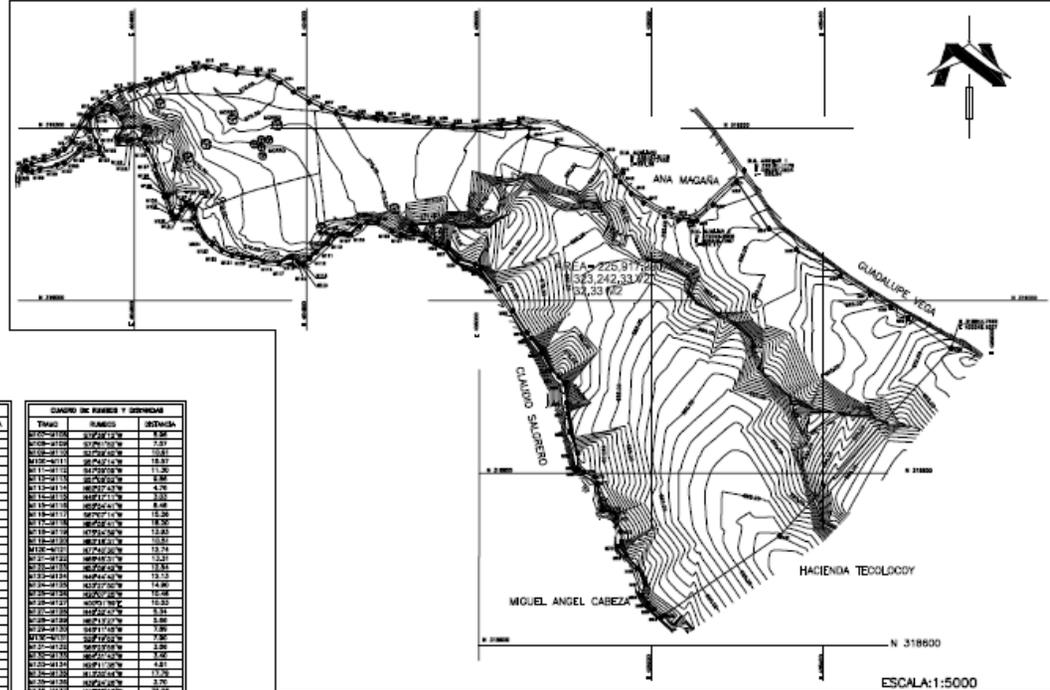
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

PLANO N°

1/24



ESQUEMA DE UBICACION
Sin Escala



ESCALA: 1:5000

TIPO	NUMERO	ESTRUC.
M1-001	1001/1001	1.00
M1-002	1002/1002	1.00
M1-003	1003/1003	1.00
M1-004	1004/1004	1.00
M1-005	1005/1005	1.00
M1-006	1006/1006	1.00
M1-007	1007/1007	1.00
M1-008	1008/1008	1.00
M1-009	1009/1009	1.00
M1-010	1010/1010	1.00
M1-011	1011/1011	1.00
M1-012	1012/1012	1.00
M1-013	1013/1013	1.00
M1-014	1014/1014	1.00
M1-015	1015/1015	1.00
M1-016	1016/1016	1.00
M1-017	1017/1017	1.00
M1-018	1018/1018	1.00
M1-019	1019/1019	1.00
M1-020	1020/1020	1.00
M1-021	1021/1021	1.00
M1-022	1022/1022	1.00
M1-023	1023/1023	1.00
M1-024	1024/1024	1.00
M1-025	1025/1025	1.00
M1-026	1026/1026	1.00
M1-027	1027/1027	1.00
M1-028	1028/1028	1.00
M1-029	1029/1029	1.00
M1-030	1030/1030	1.00
M1-031	1031/1031	1.00
M1-032	1032/1032	1.00
M1-033	1033/1033	1.00
M1-034	1034/1034	1.00
M1-035	1035/1035	1.00
M1-036	1036/1036	1.00
M1-037	1037/1037	1.00
M1-038	1038/1038	1.00
M1-039	1039/1039	1.00
M1-040	1040/1040	1.00
M1-041	1041/1041	1.00
M1-042	1042/1042	1.00
M1-043	1043/1043	1.00
M1-044	1044/1044	1.00
M1-045	1045/1045	1.00
M1-046	1046/1046	1.00
M1-047	1047/1047	1.00
M1-048	1048/1048	1.00
M1-049	1049/1049	1.00
M1-050	1050/1050	1.00

TIPO	NUMERO	ESTRUC.
M1-051	1051/1051	1.00
M1-052	1052/1052	1.00
M1-053	1053/1053	1.00
M1-054	1054/1054	1.00
M1-055	1055/1055	1.00
M1-056	1056/1056	1.00
M1-057	1057/1057	1.00
M1-058	1058/1058	1.00
M1-059	1059/1059	1.00
M1-060	1060/1060	1.00
M1-061	1061/1061	1.00
M1-062	1062/1062	1.00
M1-063	1063/1063	1.00
M1-064	1064/1064	1.00
M1-065	1065/1065	1.00
M1-066	1066/1066	1.00
M1-067	1067/1067	1.00
M1-068	1068/1068	1.00
M1-069	1069/1069	1.00
M1-070	1070/1070	1.00
M1-071	1071/1071	1.00
M1-072	1072/1072	1.00
M1-073	1073/1073	1.00
M1-074	1074/1074	1.00
M1-075	1075/1075	1.00
M1-076	1076/1076	1.00
M1-077	1077/1077	1.00
M1-078	1078/1078	1.00
M1-079	1079/1079	1.00
M1-080	1080/1080	1.00
M1-081	1081/1081	1.00
M1-082	1082/1082	1.00
M1-083	1083/1083	1.00
M1-084	1084/1084	1.00
M1-085	1085/1085	1.00
M1-086	1086/1086	1.00
M1-087	1087/1087	1.00
M1-088	1088/1088	1.00
M1-089	1089/1089	1.00
M1-090	1090/1090	1.00

TIPO	NUMERO	ESTRUC.
M1-091	1091/1091	1.00
M1-092	1092/1092	1.00
M1-093	1093/1093	1.00
M1-094	1094/1094	1.00
M1-095	1095/1095	1.00
M1-096	1096/1096	1.00
M1-097	1097/1097	1.00
M1-098	1098/1098	1.00
M1-099	1099/1099	1.00
M1-100	1100/1100	1.00
M1-101	1101/1101	1.00
M1-102	1102/1102	1.00
M1-103	1103/1103	1.00
M1-104	1104/1104	1.00
M1-105	1105/1105	1.00
M1-106	1106/1106	1.00
M1-107	1107/1107	1.00
M1-108	1108/1108	1.00
M1-109	1109/1109	1.00
M1-110	1110/1110	1.00
M1-111	1111/1111	1.00
M1-112	1112/1112	1.00
M1-113	1113/1113	1.00
M1-114	1114/1114	1.00
M1-115	1115/1115	1.00
M1-116	1116/1116	1.00
M1-117	1117/1117	1.00
M1-118	1118/1118	1.00
M1-119	1119/1119	1.00
M1-120	1120/1120	1.00
M1-121	1121/1121	1.00
M1-122	1122/1122	1.00
M1-123	1123/1123	1.00
M1-124	1124/1124	1.00
M1-125	1125/1125	1.00
M1-126	1126/1126	1.00
M1-127	1127/1127	1.00
M1-128	1128/1128	1.00
M1-129	1129/1129	1.00
M1-130	1130/1130	1.00

SIMBOLOGIA

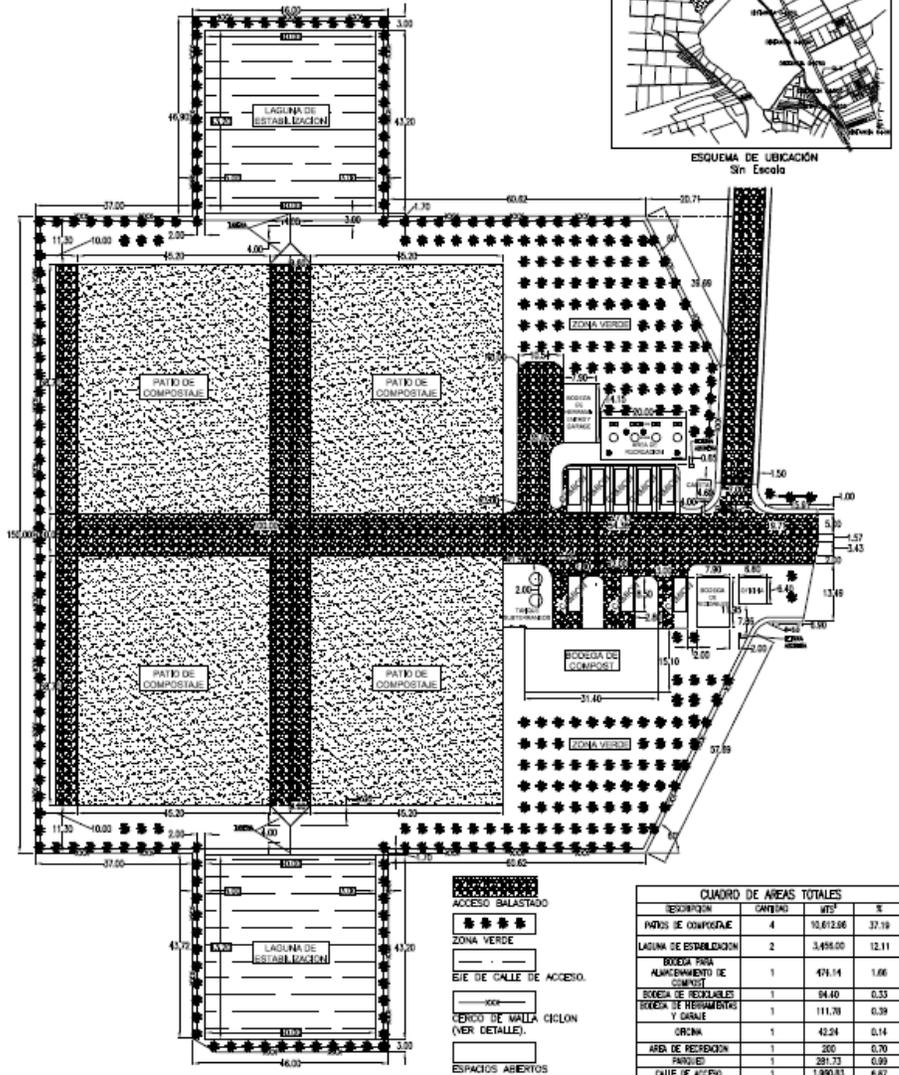
- Cerco de Póds
- Arboles
- Quebrada
- Linea de Mojón
- Banco de Marca

PLANO N°
2124

PROYECTO: CARRERA TECNICA INGENIERO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPANIL.
UBICACION: CALLE ARTURO A LAS OJIVANAS, JOYA DE MONALES, HACIENDA DE TECLODOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPANIL.
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: PLANO TOPOGRAFICO
FORMULADORES: ANDRÉS CLAR, JOYANNA VARELA, GONZALO ALVARADO, JUAN PABLO ALVARADO.
PROYECTO EJECUTIVO: ING. CARLOS HERRERA SUAREZ, RAUL RAMIREZ HERRERA, UIC. ROBERTO GONZALEZ, MARCO ANTONIO GONZALEZ.





Esc:1:1000

- ACCESO BALASTADO
- ZONA VERDE
- B/E DE CALLE DE ACCESO.
- CERCO DE MALLA CICLON (VER DETALLE).
- ESPACIOS ABIERTOS

CUADRO DE AREAS TOTALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	AREA M ²	%
PANOS DE COMPOSTAJE	4	10,612.06	37.19
LAGUNA DE ESTABILIZACION	2	3,458.00	12.11
BOXEA PARA ALMACENAMIENTO DE COMPOST	1	474.14	1.66
BOXEA DE RESIDUOS	1	84.40	0.33
BOXEA DE TRATAMIENTO Y DARSE	1	111.70	0.39
ORINA	1	42.24	0.14
AREA DE RECEPCION	1	200	0.70
PANQUETE	1	281.73	0.99
CALLE DE ACCESO	1	1,390.83	4.87
AREA PARA VIGILANCIA INTERNA	VARIOS	3,888.15	12.85
AREA VERDE	VARIOS	1,800.33	17.20
ESPACIOS ABIERTOS	VARIOS	2,774.43	9.58
TOTAL	-	28,534.99	100.00



CONTENIDO: PLANO DE UBICACION

FORMULADORES:
 ADELAR ELIAS ROSAS VARELA
 GABRIEL ANDRÉS CARLOS ERICHTO
 GONZALEZ, ROBERTO, ROSA, RUBEN

DOCENTE DIRECTOR: DR. CARLOS ORLANDO GONZALEZ RUIZ
ASISTENTE TÉCNICO: LIC. ECOTECNOLOGO MARCO ANTONIO GONZALEZ

PROYECTO: CARPETA TÉCNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE" PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.

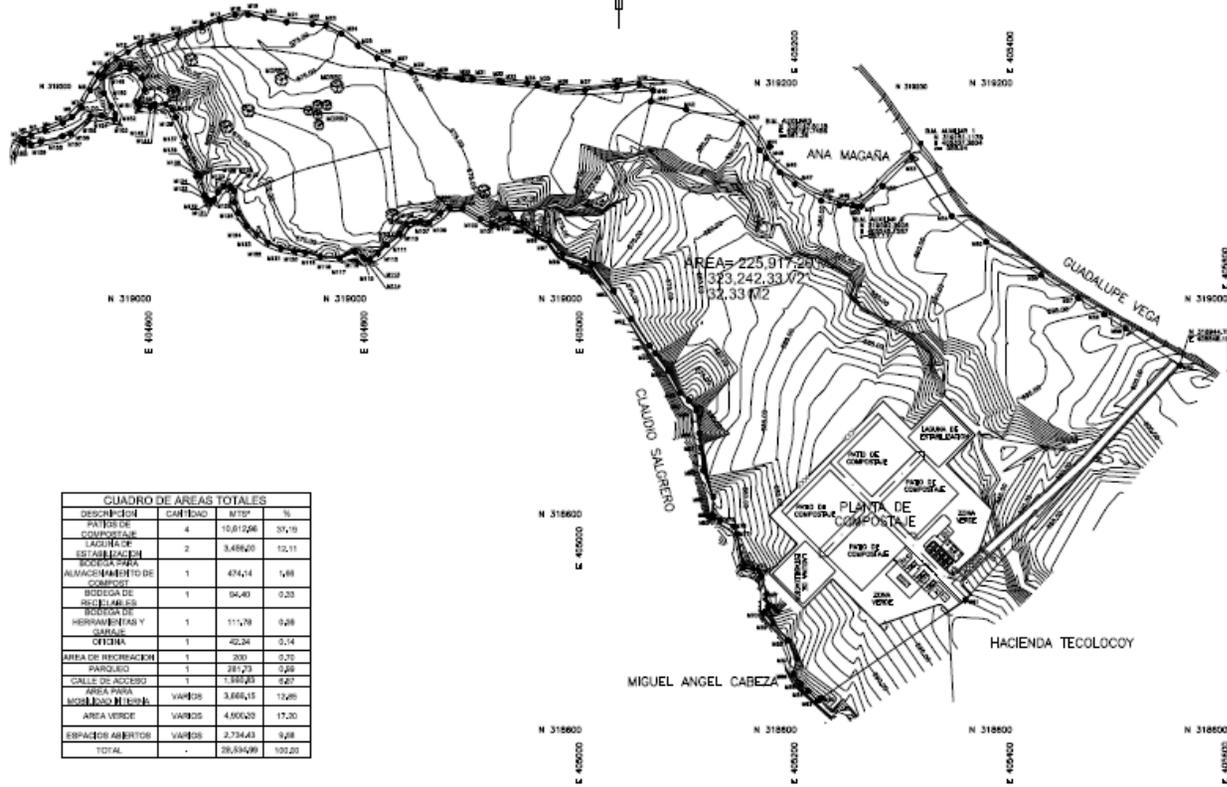
UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAR, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.

FECHA: FEBRERO - 2011 **ESCALA:** INDICADAS

PLANO N°
3/24



PLANTA DE CONJUNTO Y
 AREAS DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE
 PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR
 DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.



CUADRO DE AREAS TOTALES			
DESCRIPCION	CANTIDAD	M ²	%
PIEDRA DE COMPOSTAJE	4	10,812,266	37,19
TABICADO DE ESTABILIZACION	2	3,489,20	12,11
BODEGA PARA ALMACENAMIENTO DE COMPOST	1	474,14	1,68
BODEGA DE SUELOS MEXICANOS	1	56,40	0,23
BODEGA DE HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	1	115,78	0,42
OFICINA	1	42,24	0,14
AREA DE RECREACION	1	200	0,07
PARKING	1	287,23	0,99
CALLE DE ACCESO	1	1,852,80	6,52
AREA PARA BIODIVERSIDAD	VARIOS	3,666,15	12,89
AREA VERDE	VARIOS	4,555,20	15,30
ESPACIOS ABIERTOS	VARIOS	2,734,43	9,58
TOTAL	-	28,884,99	100,00

ESCALA: 1:4000

PLANO N° **4/24**

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

UBICACION: CALLE ARTIGUA A LAS CHIMARRAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

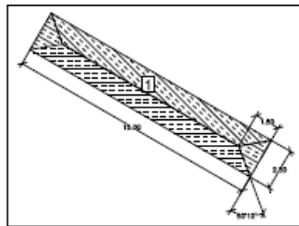
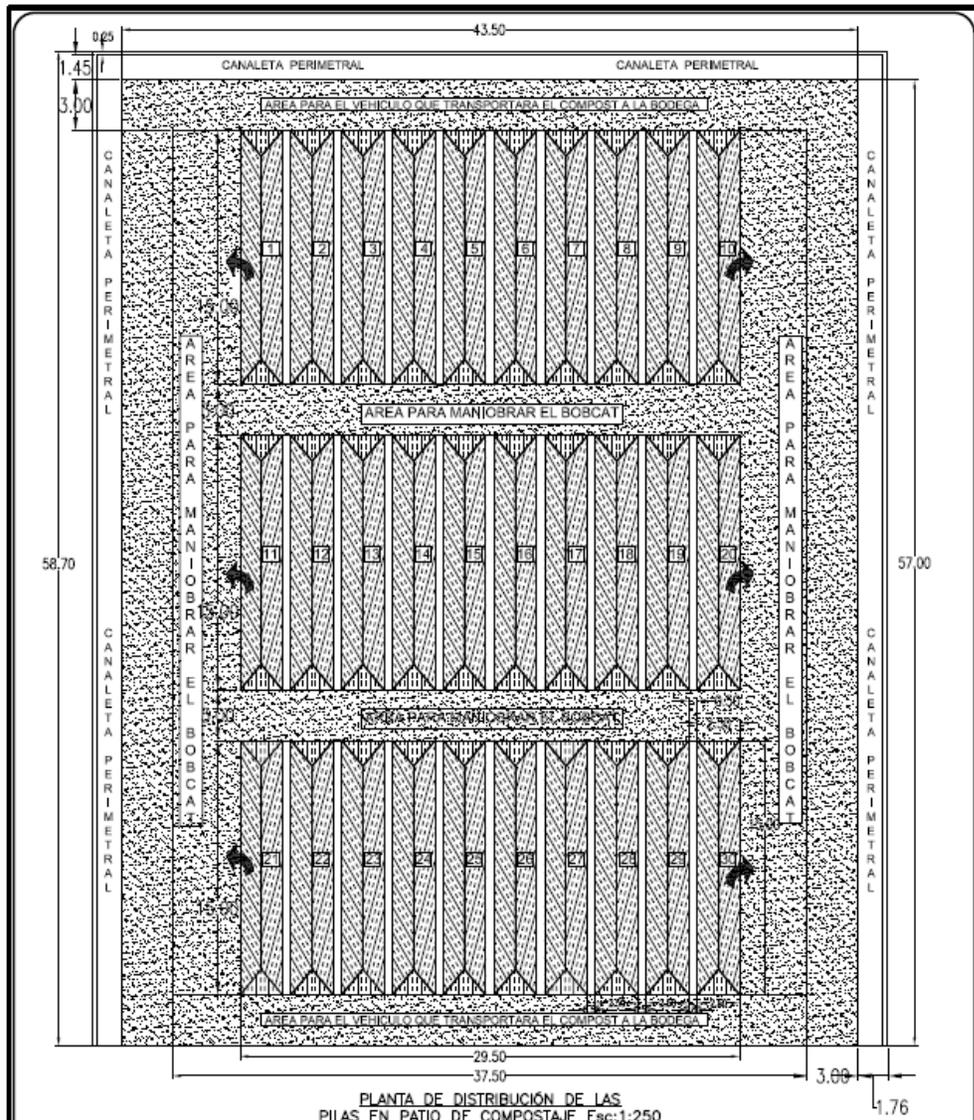
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

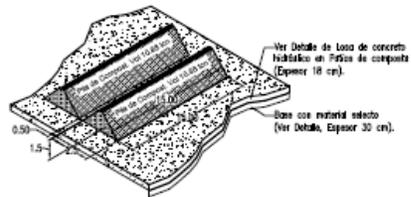
FORMULADOR: AGUSTIN ELIAS, ROSAMAR YANINA, ROBERTO GONZALEZ, RICARDO UJANA, JUAN CARLOS

REVISOR: MARCELO UJANA, GABRIEL UJANA, GABRIEL UJANA, MARCELO UJANA, MARCELO UJANA, MARCELO UJANA

UES (FMIO)



ISOMETRICO DE UN PILA DE COMPOST
Esc. 1:250



ISOMETRICO DE UNA PILAS DE COMPOST EN PATIO
Esc. 1:500



CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN DE PILAS EN PATIOS DE COMPOST

FORMULADORES: INGENIERO CLAUDIO ROMANA VARGAS
INGENIERO ANDRÉS CARLOS ERICHTO
INGENIERO ROBERTO GONZALEZ

SOCIETE DIRECTOR: MAG. CARLOS GIBELMO GONZALEZ RUIZ
ASOCIOR EXTERNO: LIC. ECOTECNOLOGIA MARCO ANTONIO GONZALEZ

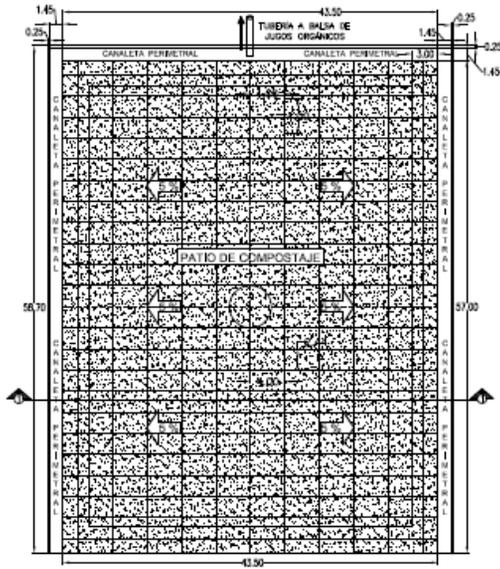
PROYECTO: CARPETA TÉCNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE" PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.

UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAR, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.

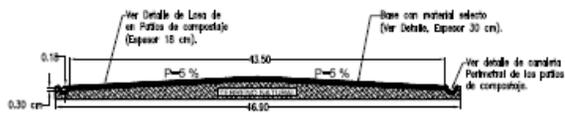
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

PLANO N°

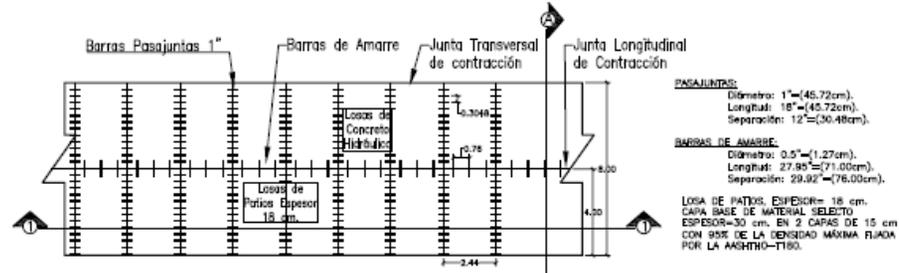
5/24



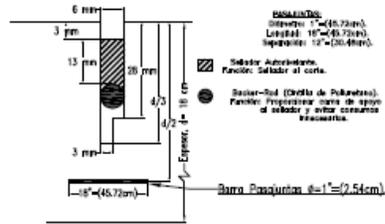
PLANTA ARQUITECTÓNICA Y MODULACIÓN DE LOSAS EN PATIO DE COMPOSTAJE Esc: 1:500



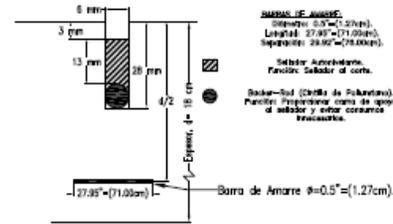
SECCION 1-1 DE PATIO DE COMPOSTAJE Esc: 1:500



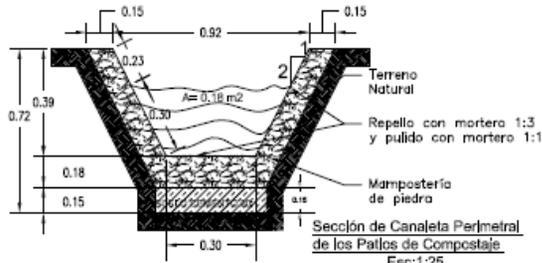
DETALLE DE PASAJUNTAS Y BARRAS DE AMARRE, EN LOSA DE PATIOS Esc. 1:200



SECCION 1-1 DETALLE DE JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL ASERRADA CON RISO DE DIAMANTE DE 1/8" DE ESPESOR Esc. Sin Escala



SECCION A-A DETALLE DE JUNTA DE CONTRACCION LONGITUDINAL ASERRADA CON RISO DE DIAMANTE DE 1/8" DE ESPESOR Esc. Sin Escala



Sección de Canalita Perimetral de los Patios de Compostaje Esc: 1:25

PASAJUNTAS:

Diámetro: 1"=(4.72cm).
Longitud: 18"=(45.72cm).
Separación: 12"=(30.48cm).

BARRAS DE AMARRE:

Diámetro: 0.5"=(1.27cm).
Longitud: 27.95"=(71.00cm).
Separación: 29.92"=(76.00cm).

LOSA DE PATIOS: ESPESOR= 18 cm.
CARA BASE DE MATERIAL SELETO ESPESOR=30 cm. EN 2 CAPAS DE 15 cm CON 90% DE LA DENSIDAD MÁXIMA FIADA POR LA ASHTO-T150.

BARRAS DE AMARRE:

Diámetro: 0.5"=(1.27cm).
Longitud: 27.95"=(71.00cm).
Separación: 29.92"=(76.00cm).

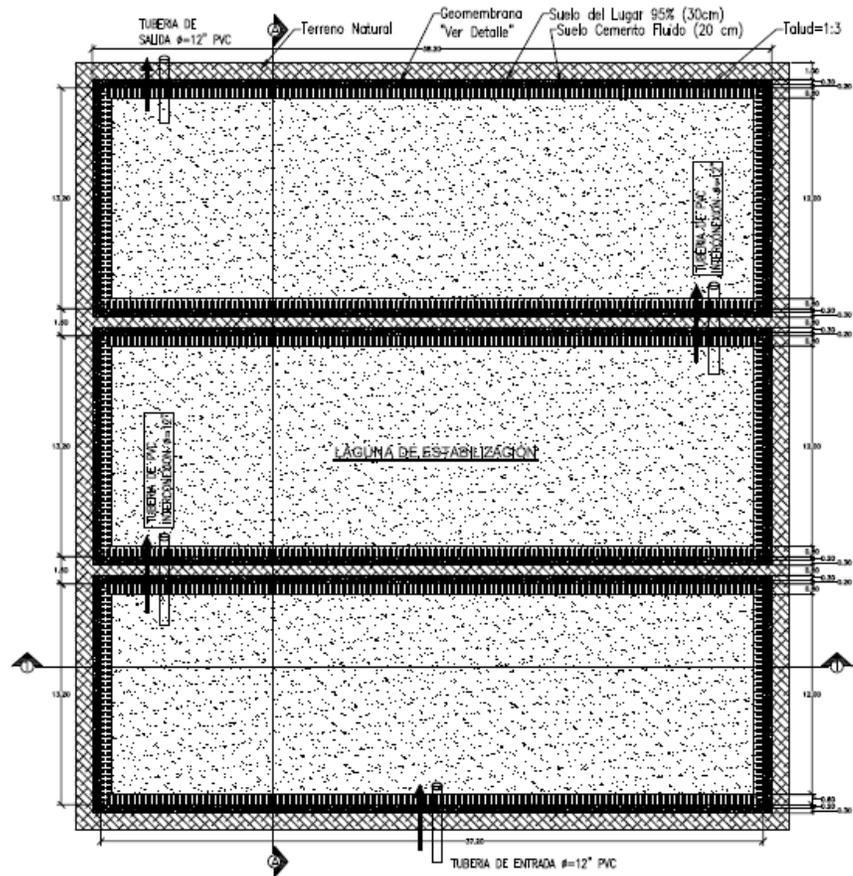
Soldador Autorreparante.
Función: Sellador al corte.
Bosque-Sol (Corte de Poluretano).
Función: Preparación cama de apoyo al sellador y evitar corrosión traccional.

PLANO N° 6/24

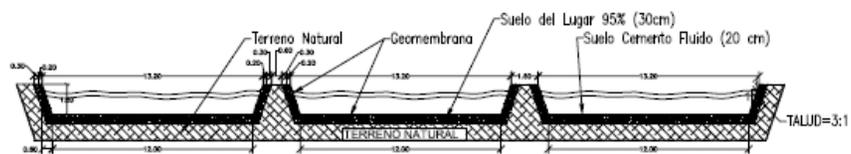
PROYECTO: CARRETA TÉCNICA-DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE-RECTOR CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AZUAGUANA.
UBICACIÓN: CALLE ARTIGUES A LAS CHIRIMAS, JOYA DE MORELIA, MADRENA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE ANHUACÁN.
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: PLANTA ESTRUCTURAL Y DETALLES EN LOS PATIOS DE COMPOSTAJE.
FORMULACIÓN: INGENIERO CIVIL, INGENIERO EN MATERIAS PLÁSTICAS Y QUÍMICO, INGENIERO EN SISTEMAS DE ENFERMERÍA, INGENIERO EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN.
DISEÑO ESTRUCTURAL: ING. CARLOS ORIBEL GONZALEZ MALDONADO.
DISEÑO ELECTRICO: ING. ELECTROTECNICO MARCO ANTONIO GONZALEZ.

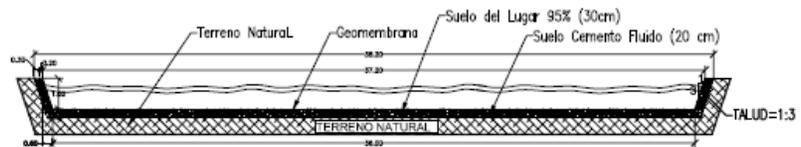




PLANTA ARQUITECTÓNICA DE
LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN Esc: 1:250

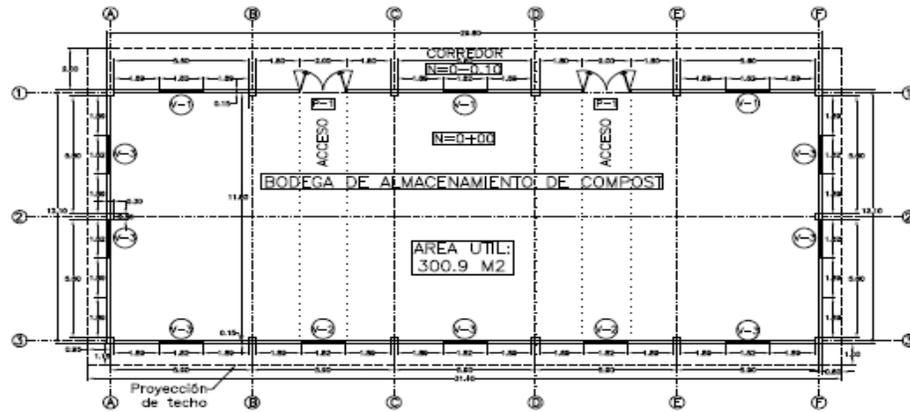


SECCION A-A DE LAGUNA DE
ESTABILIZACIÓN Esc: 1:250

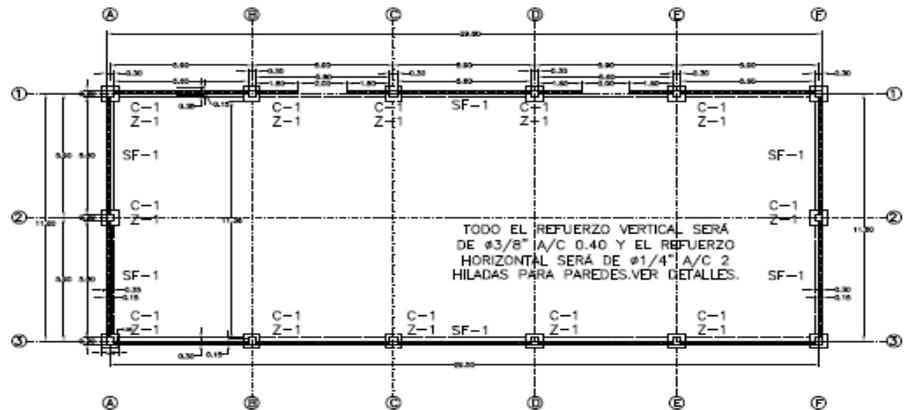


SECCION 1-1 DE LAGUNA DE
ESTABILIZACIÓN Esc: 1:250

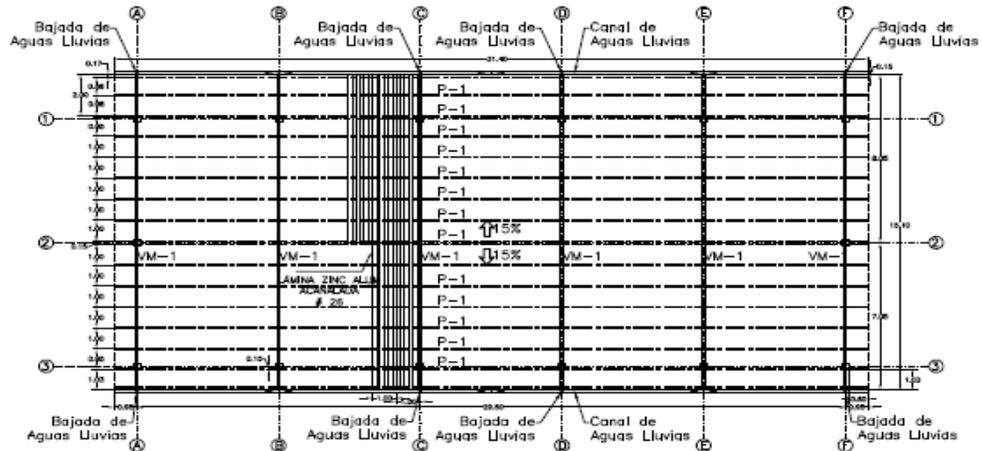
	CONTENIDO: DETALLE DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	PROYECTO: GARPETA TÉCNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.	PLANO N° 7/24	
	FORMULADORES: ROBERTO ELLAS, ROSARMA VARELA, CARLOS ANDRÉS, CARLOS ENRIQUE, GONZALEZ, ROBERTO, DANIEL, HUMBERTO	UBICACIÓN: CALLE ANTONIO A LAS CHIRIMAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.		
	SOCIENTE DIRECTOR: ING. CARLOS OSWALDO GONZALEZ RUIZ ASISOR EXTERNO: LIC. ECOTECNOLOGO, MARCO ANTONIO GONZALEZ	FECHA: FEBRERO • 2011	ESCALA: INDICADAS	



PLANTA ARQUITECTONICA Esc: 1:200

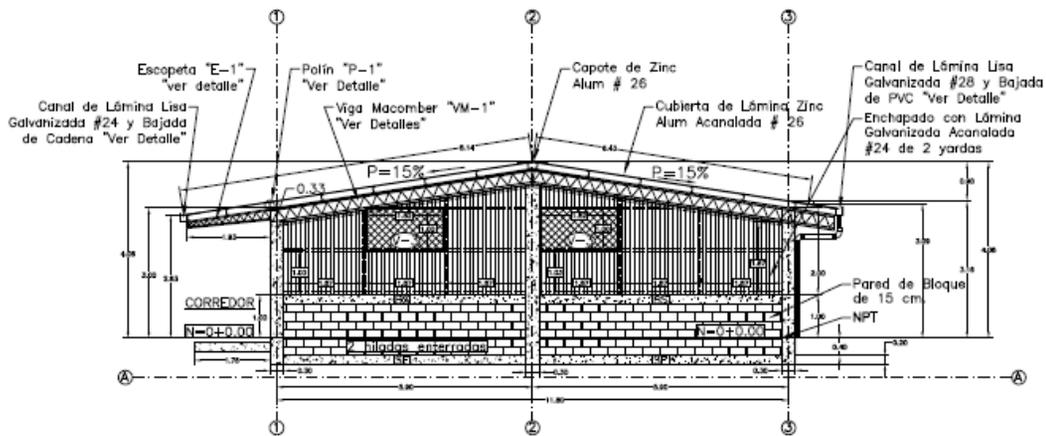


PLANTA DE FUNDACIONES Esc: 1:200

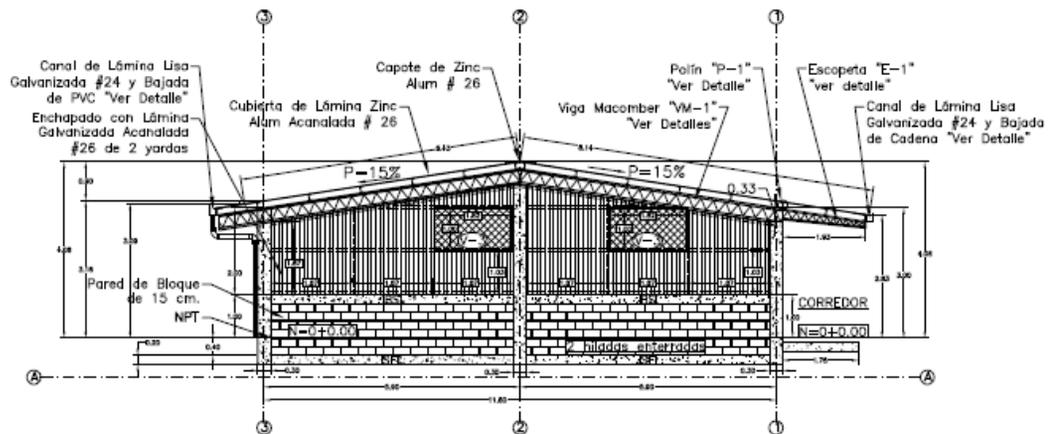


PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS Esc: 1:200

	CONTENIDO: BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE COMPOST	PROYECTO: CARPETA TECNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.	PLANO N° 8/24	
	FORMULADORES: ROBERTO ELMAS, ROYANA YAMEN, GABRIEL ARCEVEDO, CARLOS ERNESTO GONZALEZ RIVERA, DANIEL HERNANDEZ	UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.	FECHA: FEBRERO • 2011	ESCALA: INDICADAS
	DOCENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO GOMEZ RUIZ	REVISOR ENTREGA: LIC. ELECTRONALDO MARCO ANTONIO GONZALEZ		



ELEVACIÓN LATERAL BODEGA DE COMPOST Esc. 1:100



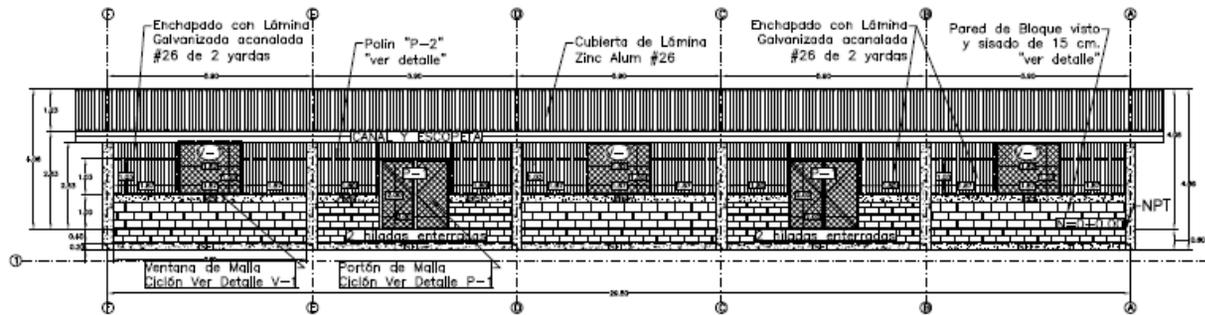
ELEVACIÓN LATERAL BODEGA DE COMPOST Esc. 1:100

PLANO N°
924

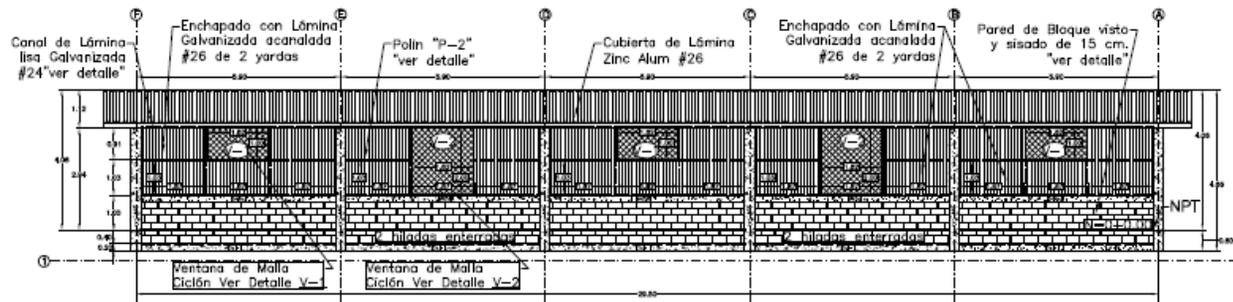
PROYECTO: CARPETA TÉCNICA: DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO RESIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE ANZOÁTEGUI
UBICACIÓN: HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE ANZOÁTEGUI.
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE COMPOST
PROYECTADO POR: INGENIERO CIVIL, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES
CORRETE DIRECTOR: ING. DANIEL ORLANDO BARRERA, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES, U.C. ENTRENAMIENTO MARCO ANTONIO GONZALEZ





FACHADA PRINCIPAL DE BODEGA DE COMPOST Esc. 1:125



FACHADA POSTERIOR DE BODEGA DE COMPOST Esc. 1:125

PLANO N°
10/24

PROYECTO: CARPETA TÉCNICA: BODEGA DE PLANTA DE COMPOSTAJE •
REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO
DE ANGUARA
UBICACION: CALLE ANTILLA A LAS CHIRIMAS, JOYA DE NOROCCES,
MADRENA DE TECODADDY, DEPARTAMENTO DE ANGUARA.

FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

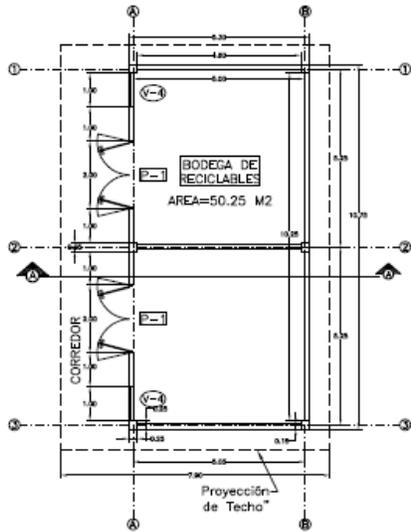
CONTENIDO: BODEGA DE ALMACENAMIENTO
DE COMPOST

PROYECTADO POR: ING. EDUARDO BARRERA
DISEÑADO POR: ING. EDUARDO BARRERA
DISEÑADO POR: ING. EDUARDO BARRERA

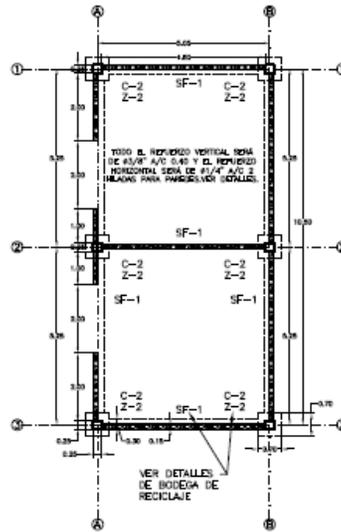
COORDINADOR: ING. EDUARDO BARRERA
AUTOR: ING. EDUARDO BARRERA



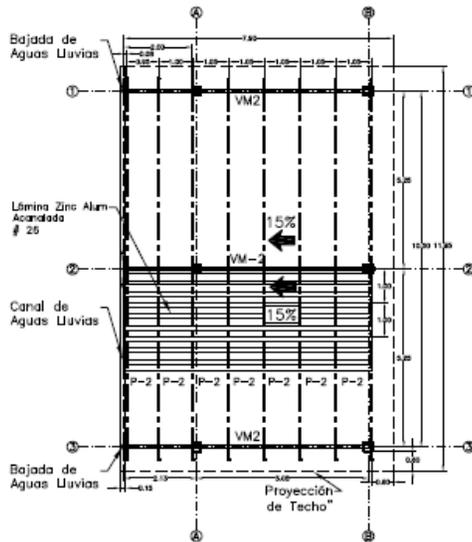
UES (FMO)



PLANTA ARQUITECTÓNICA Esc: 1:125



PLANTA DE FUNDACIONES Esc: 1:125



PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS Esc: 1:125

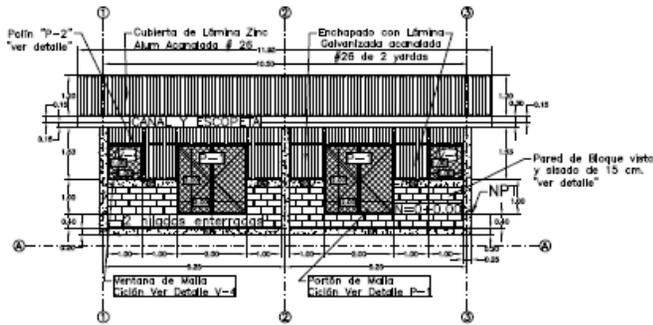
NOTA:
La Sección A-A es igual a la Elevación Lateral de Bodega de Reciclables del Plano de Fachada y Elevaciones de Bodega de Reciclables.



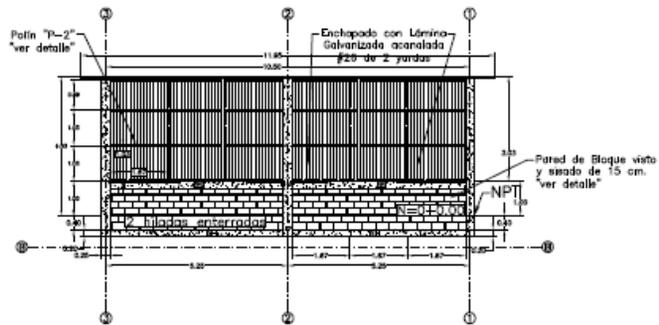
CONTENIDO: BODEGA DE RECICLABLES
FORMULADORES: ROBERTO ELIAS, ROSANA YARENI, GABRIEL ARRIENDE, CARLOS ERNESTO, GONZALO BONDAL, DANIEL HERNANDEZ.
DOCENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO BONDAL RUIZ
ASesor EXTERNO: LIC. ELECTROINGENIERO MARCO ANTONIO BONDAL

PROYECTO: GARRETA TÉCNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE" PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHENANAR, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
FECHA: FEBRERO - 2011 **ESCALA:** INDICADAS

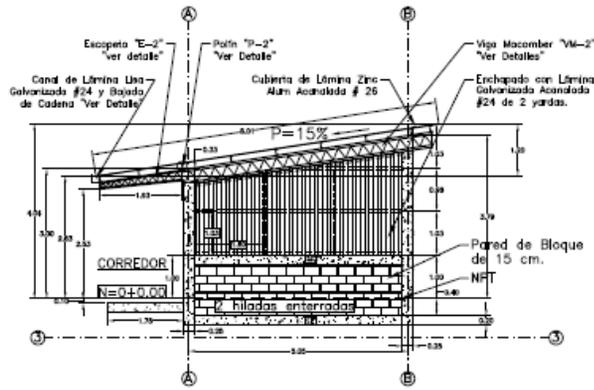
PLANO N°
11/24



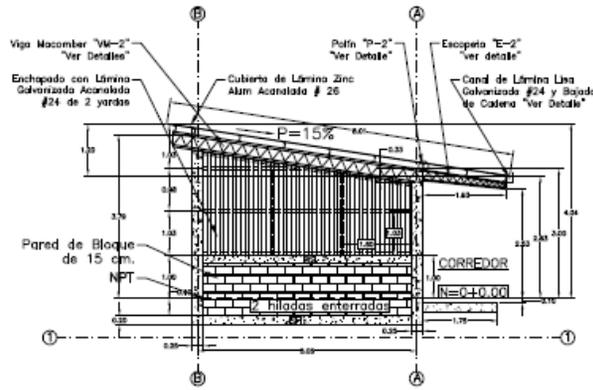
FACHADA PRINCIPAL DE BODEGA DE RECICLABLES Esc. 1:125



ELEVACIÓN POSTERIOR DE BODEGA DE RECICLABLES Esc. 1:125



ELEVACIÓN LATERAL BODEGA DE RECICLABLES Esc. 1:100



ELEVACIÓN LATERAL BODEGA DE RECICLABLES Esc. 1:100

PLANO N°
12124

PROYECTO: CARRETA TÉCNICA - DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE - REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AMBAJUBA

UBICACIÓN: CALLE ARTURO ALVARO OCHOA, 1074 DE NOROCCIDENTE, HACIENDA DE TECOLODY, DEPARTAMENTO DE AMBAJUBA.

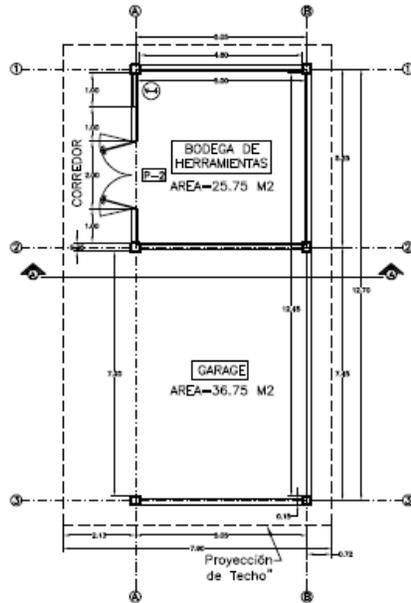
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: FACHADAS Y ELEVACIONES DE BODEGA DE RECICLABLES

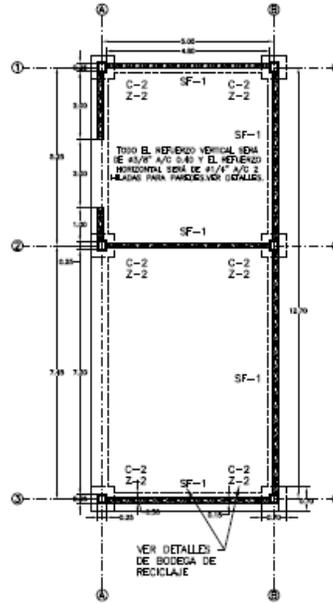
FORMULADORES: ANDRÉS DÍAZ, ROSAVALD VILLAR, GABRIEL VILLAR, DANIELO BERNABÉ, ESTEBAN VILLAR, LUISA VILLAR

DISEÑO EJECUTOR: ING. CARLOS ORLANDO BARRERA SUAREZ, MESTRE EN INGENIERIA CIVIL, INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (IVIC)

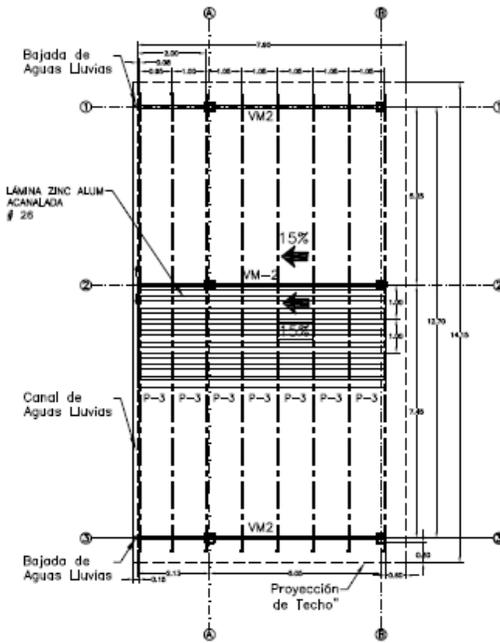




PLANTA ARQUITECTONICA Esc: 1:125



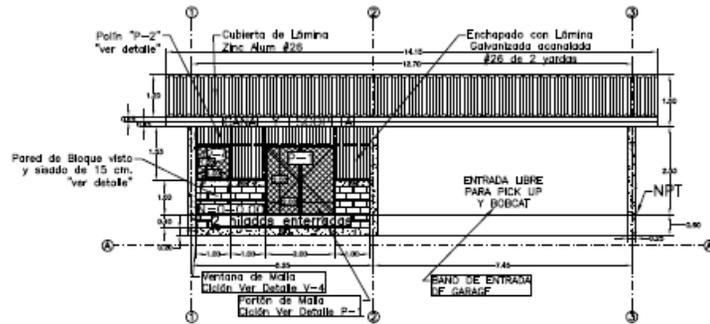
PLANTA DE FUNDACIONES Esc: 1:125



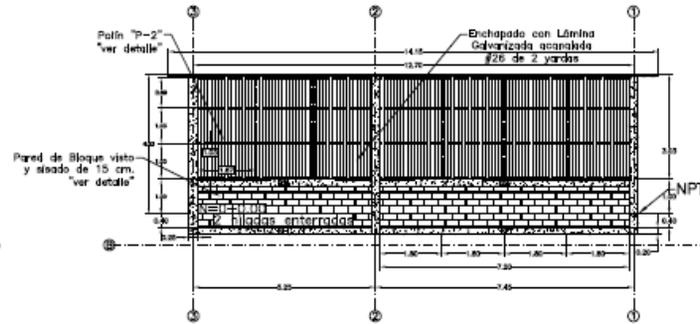
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS Esc: 1:125

NOTA:
La Sección A-A es igual a la Elevación Lateral de Bodega de Herramientas y Garage del Plano de Fachada y Elevaciones de Bodega de Herramientas y Garage.

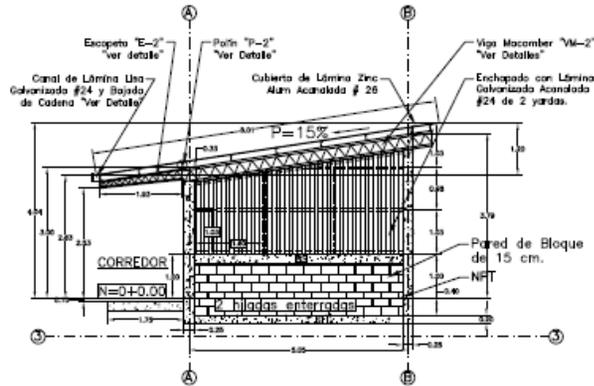
	CONTENIDO: BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE	PROYECTO: CARPETA TÉCNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE" PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE ARLACHAPAN.	PLANO N°	
	FORMULADORES: ASISTENTE CLAS. ROMANA VARELA, CÁLCULO ARQUITECTO CARLOS ERNESTO GONZÁLEZ, INGENIERO CIVIL CARLOS HERNÁNDEZ	UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHENANAR, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE ARLACHAPAN.	13/24	
	DOCENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO GONZÁLEZ RUIZ ASesor EXTERNO: LIC. BIOTECNÓLOGO MARCO ANTONIO GONZÁLEZ	FECHA: FEBRERO - 2011	ESCALA: INDICADAS	



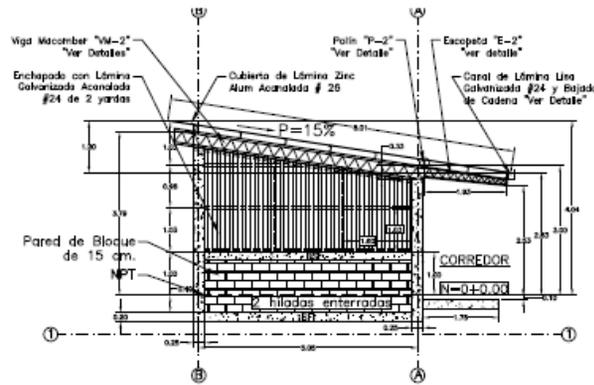
FACHADA PRINCIPAL DE BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE Esc: 1:125



ELEVACION POSTERIOR DE BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE Esc: 1:125



ELEVACION LATERAL BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE Esc: 1:100



ELEVACION LATERAL BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE Esc: 1:100

PLANO N°
14/24

PROYECTO: CARRETA TECNICA - DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE - REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AMBAJARA - NACIENDA DE TECODOLY, DEPARTAMENTO DE AMBAJARA.

UBICACION: CALLE ARTIBOLA AL PAR OMBAYAS, ZONA DE NOROCCIDENTE, NACIENDA DE TECODOLY, DEPARTAMENTO DE AMBAJARA.

FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

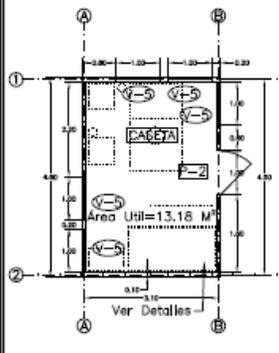
CONTENIDO: FACHADAS Y ELEVACIONES DE BODEGA DE HERRAMIENTAS Y GARAGE

FORMULADORES: ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ

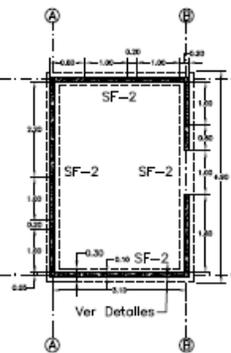
DOCENTE DIRECTOR: ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ, ING. CARLOS GREGAL BODRIGUEZ



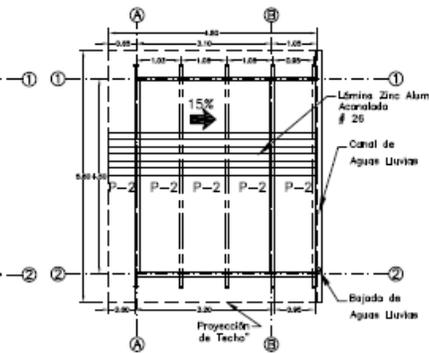
UES (FMO)



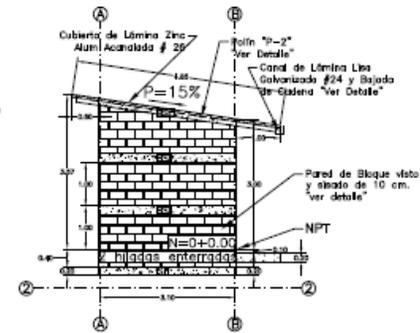
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CASETA Esc: 1:100



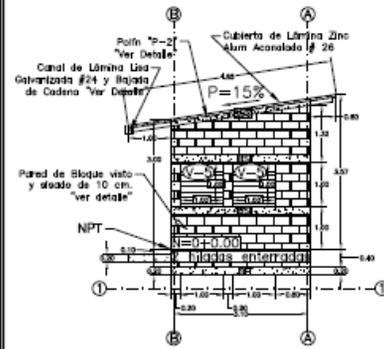
PLANTA DE FUNDACIONES DE CASETA Esc: 1:100



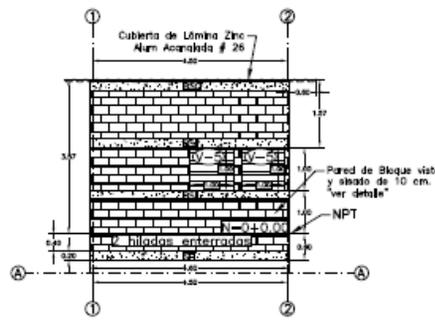
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHOS DE CASETA Esc: 1:100



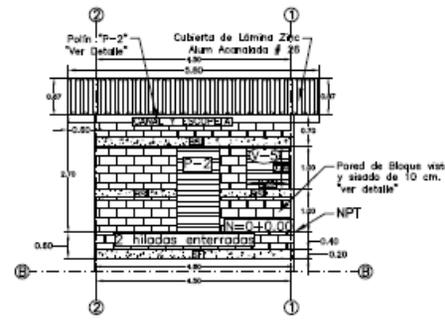
ELEVACION LATERAL DE CASETA Esc: 1:100



ELEVACION LATERAL DE CASETA Esc: 1:100



ELEVACION POSTERIOR DE CASETA Esc: 1:100



FACHADA PRINCIPAL DE CASETA Esc: 1:100

PLANO N° 1524

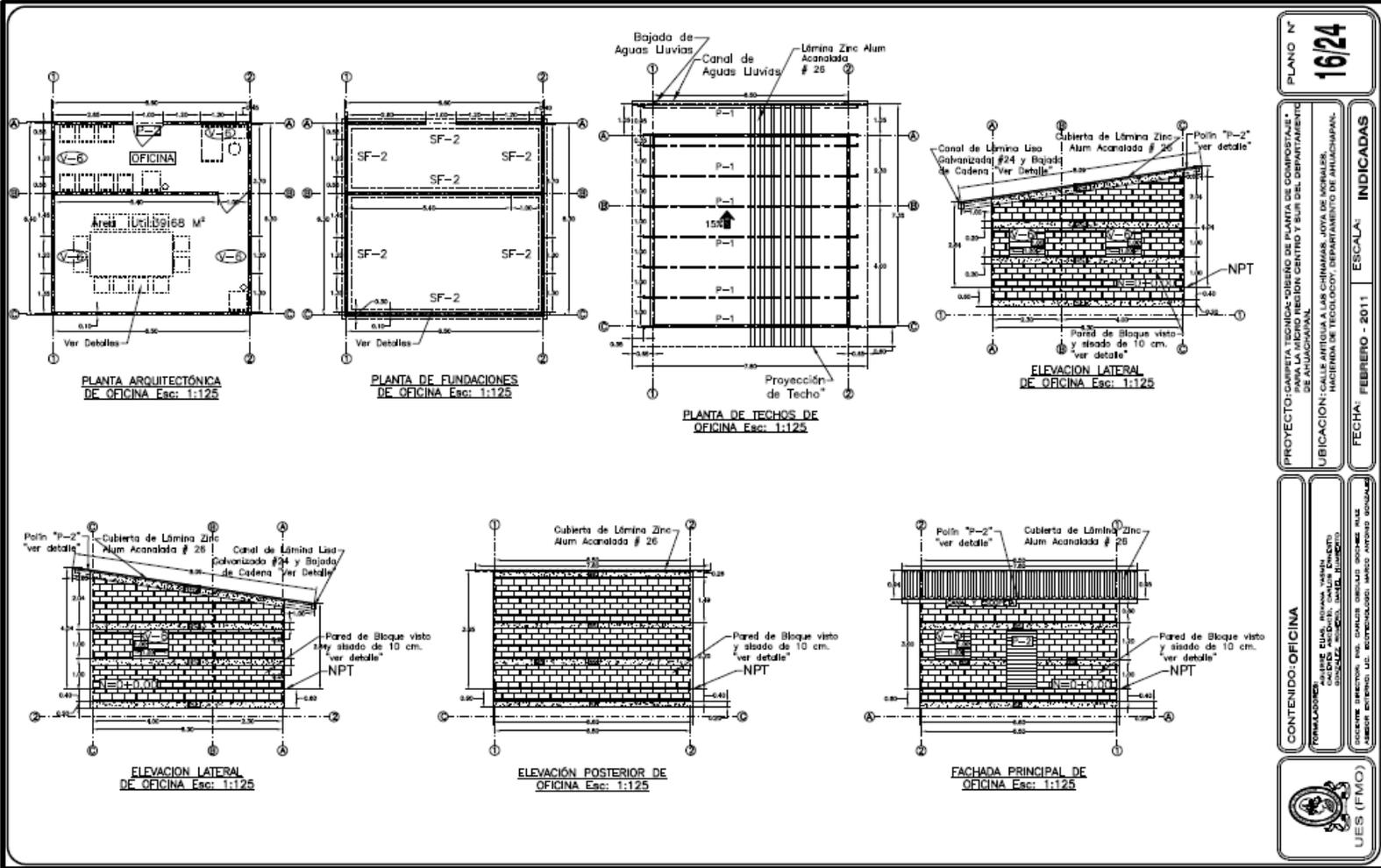
PROYECTO: CASSETA TÉCNICA: DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE. REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AGUAYANAN. UBICACION: CALLE ARTURITA A LAS CHIRIMAS, JOYA DE ABERCROMBIE, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE ANCHIMARAN.

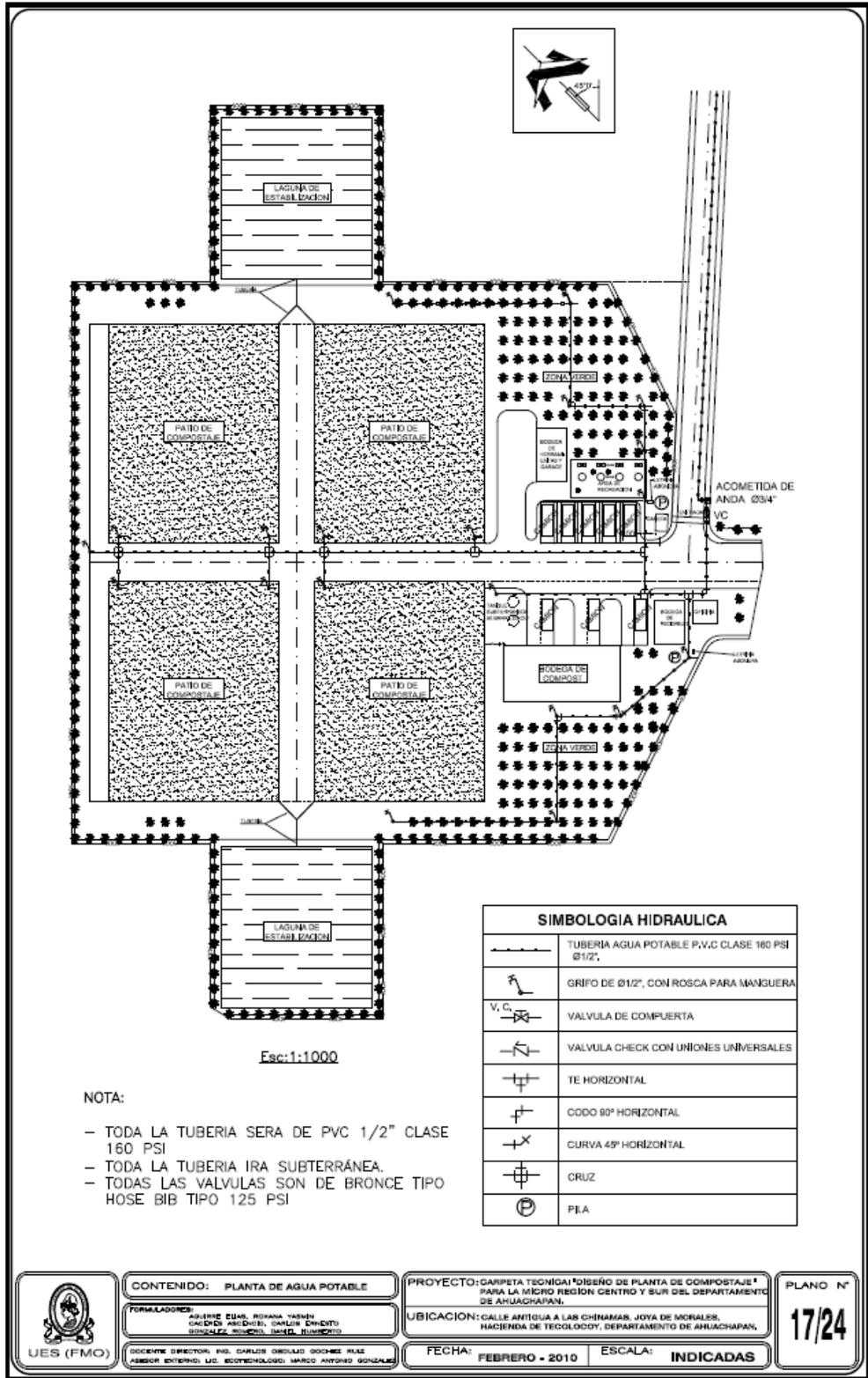
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: CASETA

PROYECTADO POR: INGENIERO QUÍMICO, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES. COORDINADO POR: INGENIERO QUÍMICO, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES. APROBADO POR: INGENIERO QUÍMICO, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES, INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES.



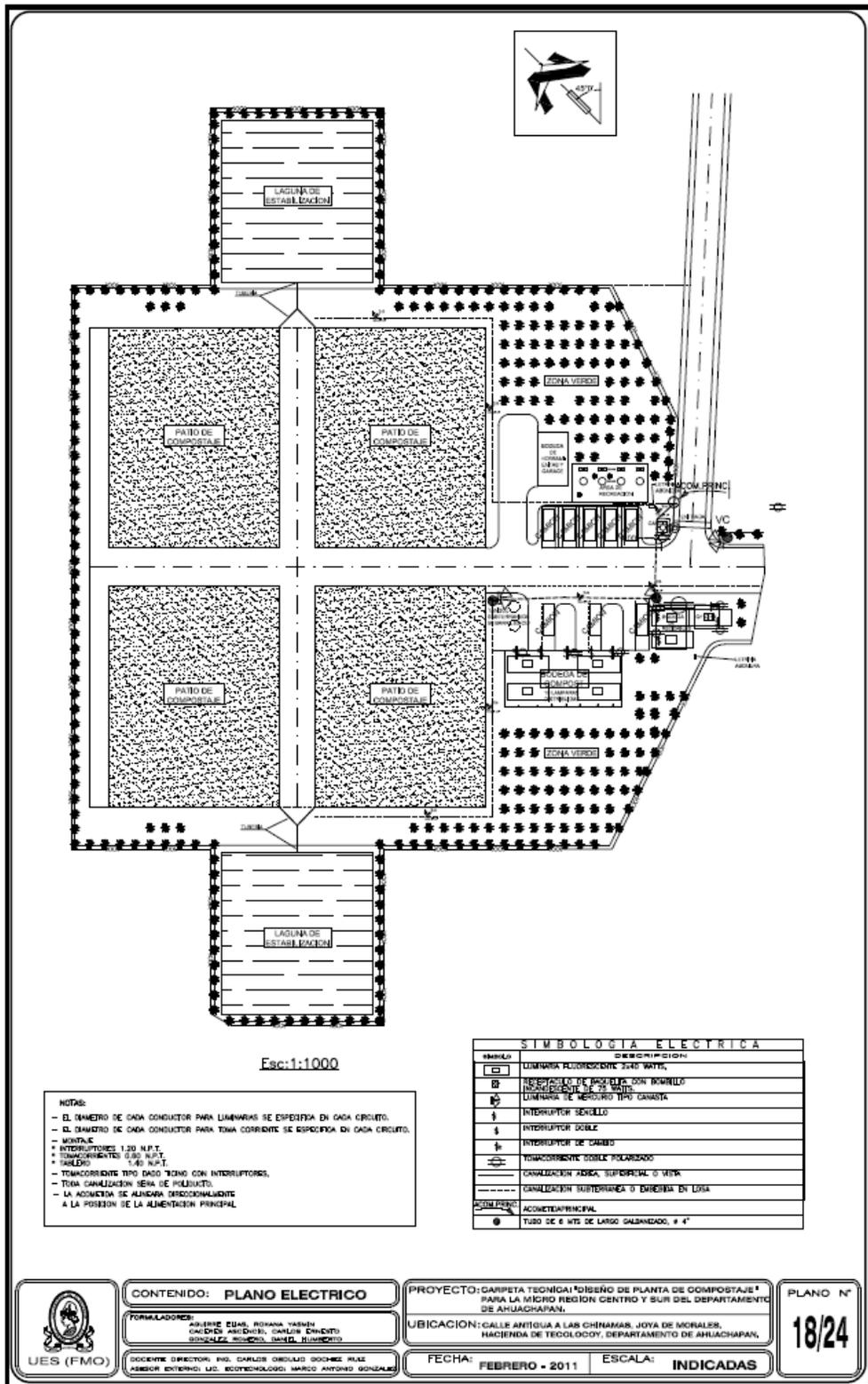




SIMBOLOGIA HIDRAULICA	
	TUBERIA AGUA POTABLE P.V.C CLASE 160 PSI Ø1/2"
	GRIFO DE Ø1/2", CON ROSCA PARA MANGUERA
	V. C. VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA CHECK CON UNIONES UNIVERSALES
	TE HORIZONTAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	CURVA 45° HORIZONTAL
	CRUZ
	PIA

- NOTA:
- TODA LA TUBERIA SERA DE PVC 1/2" CLASE 160 PSI
 - TODA LA TUBERIA IRA SUBTERRANEA.
 - TODAS LAS VALVULAS SON DE BRONCE TIPO HOSE BIB TIPO 125 PSI

	CONTENIDO: PLANTA DE AGUA POTABLE	PROYECTO: CARPETA TECNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.	PLANO N°
	FORMADORES: ANDRÉS EDUARDO ROSARIO VÁSQUEZ GABRIEL ARDILES, CARLOS ERNESTO BONGALZA, MARCELO JIMÉNEZ, RUBÉN GARCÍA	UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.	FECHA: FEBRERO • 2010
			17/24



Escala: 1:1000

- NOTAS:**
- EL DIAMETRO DE CADA CONDUCTOR PARA LUMINARIAS SE ESPECIFICA EN CADA CIRCUITO.
 - EL DIAMETRO DE CADA CONDUCTOR PARA TAMA CORRIENTE SE ESPECIFICA EN CADA CIRCUITO.
 - APORTE
 - INTERRUPTORES 1.50 N.P.T.
 - TOMACORRIENTES 0.50 N.P.T.
 - TABLERO 1.40 N.P.T.
 - TOMACORRIENTE TIPO DADO TIENE CON INTERRUPTORES.
 - TAMA CANCELACION SIEMPRE SE INCLUYE.
 - LA ASIGNADA DE ALIMENTACION DIFERENCIALMENTE A LA POSICION DE LA ALIMENTACION PRINCIPAL.

SIMBOLOGIA ELECTRICA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA FLUORESCENTE 3240 WATTS
	RESISTENCIA DE BASE LAMP. DON BARRILETTO INDEPENDIENTE DE 75 WATTS
	LUMINARIA DE RESISTOR TIPO CANALITA
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR DE CARGO
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO
	CANALIZACION ADICA, SUPERFICIAL O VERA
	CANALIZACION SUBTERRANEA O ENTERRADA EN LUSA
	COM. PRINC.
	ACOMETEA PRINCIPAL
	TUBO DE 6 MTS DE LARGO GALVANIZADO, # 4"



CONTENIDO: PLANO ELECTRICO

FORMULADORES:
 ROBERTO ELLAS, ROSANA HERNANDEZ, CARLOS ANTONIO, CARLOS ENRIQUE, GONZALEZ, RONALDO, JAMES, HERNANDEZ

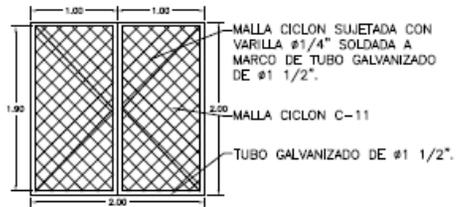
SOCIENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORIBELDO GONZALEZ HUAL
ASISOR EXTERNO: LIC. ECOTECNOLOGO, MARCO ANTONIO GONZALEZ

PROYECTO: CARPETA TECNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

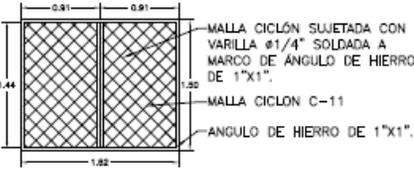
UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAR, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

FECHA: FEBRERO - 2011 **ESCALA:** INDICADAS

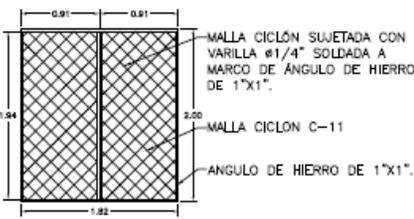
PLANO N°
18/24



PUERTA DE MALLA CICLON
DETALLE P-1



VENTANA DE MALLA CICLON
DETALLE V-1



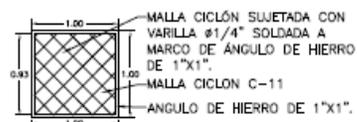
VENTANA DE MALLA CICLON
DETALLE V-2



VENTANA DE MALLA CICLON
DETALLE V-3



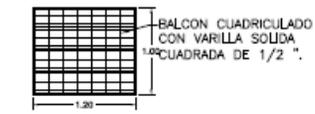
PUERTA METALICA
DETALLE P-2



VENTANA DE MALLA CICLON
DETALLE V-4

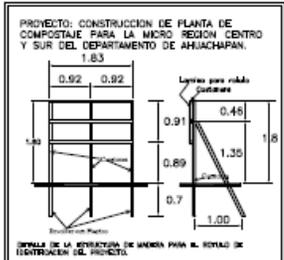


VENTANA SOLAIRE CON
BALCON, DETALLE V-5



VENTANA SOLAIRE CON
BALCON, DETALLE V-6

NOTA:
TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN METROS,
AL MENOS QUE SE INDIQUE LOS CONTRARIO.
TODO PROCEDIMIENTO DE CORTE Y AJUSTE DEBE
VERIFICARSE EN CAMPO.



PROYECTO: CONSTRUCCION DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN. 1.83

UBICACION: CALLE ARTURO ALBA ORTIZ, ZONA DE NOROCCIDENTE, NACIENDA DE TECOCOCY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

FECHA: FEBRERO - 2011

ESCALA: 1:50

CUADRO DE PUERTAS.				
CLAVE	ANCHO	ALTO	CANTD.	DESCRIPCION
P-1	2.00	2.00	5	DE MALLA C-11 CON MARCO DE TUBO GALVANIZADO
P-2	1.00	2.00	2	METALICA.

CUADRO DE VENTANAS.				
CLAVE	ANCHO	ALTO	CANTD.	DESCRIPCION
V-1	1.82	1.50	3	DE MALLA C-11 CON MARCO DE DE ANGULO DE HIERRO.
V-2	1.82	2.00	2	DE MALLA C-11 CON MARCO DE DE ANGULO DE HIERRO.
V-3	1.82	1.00	3	DE MALLA C-11 CON MARCO DE DE ANGULO DE HIERRO.
V-4	1.00	1.00	3	DE MALLA C-11 CON MARCO DE DE ANGULO DE HIERRO.
V-5	1.00	1.00	4	VENTANA SOLAIRE TIPO PRIMAVERA, CON BALCON.
V-6	1.20	1.00	4	VENTANA SOLAIRE TIPO PRIMAVERA, CON BALCON.

PLANO N°
19/24

PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

UBICACION: CALLE ARTURO ALBA ORTIZ, ZONA DE NOROCCIDENTE, NACIENDA DE TECOCOCY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

FECHA: FEBRERO - 2011

ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: DETALLES VARIOS

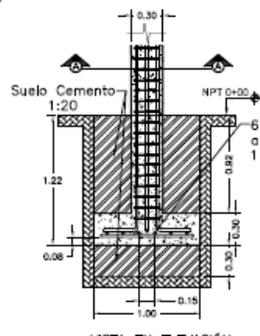
FORMULADOR: INGENIERO CIVIL, ROMAN VARGAS VARGAS

REVISOR: INGENIERO CIVIL, JUAN CARLOS VARGAS VARGAS

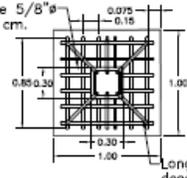
PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL, JUAN CARLOS VARGAS VARGAS

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL, JUAN CARLOS VARGAS VARGAS



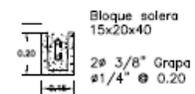


VISTA EN ELEVACIÓN

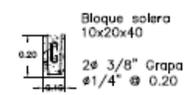


VISTA EN PLANTA

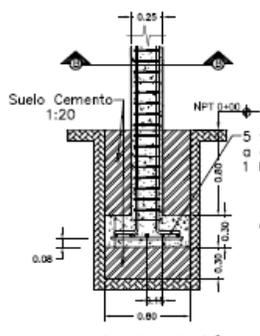
COLUMNA (C-1) Y ZAPATA (Z-1) Esc. 1:40



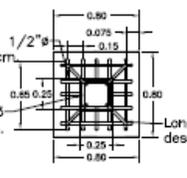
Detalle de Solera Intermedia y de Corona Esc. 1:20



Detalle de Solera Intermedia y de Corona Esc. 1:20

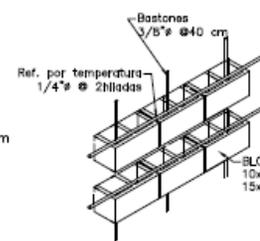


VISTA EN ELEVACIÓN

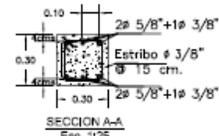


VISTA EN PLANTA

COLUMNA (C-2) Y ZAPATA (Z-2) Esc. 1:40



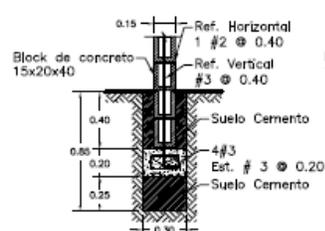
Detalle de Refuerzo en P. BODRIGAS, OFICINA Y CASETA. Esc. Sin Escala



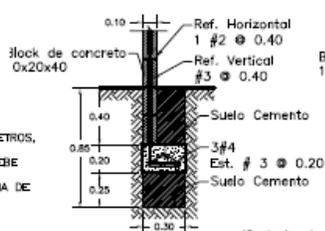
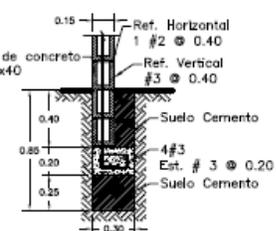
SECCION A-A Esc. 1:25



SECCION B-B Esc. 1:25



(Centrada y de coincidencia) SOLERA DE FUNDACION SF-1 Esc. 1:30



(Centrada y de coincidencia) SOLERA DE FUNDACION SF-2 Esc. 1:30

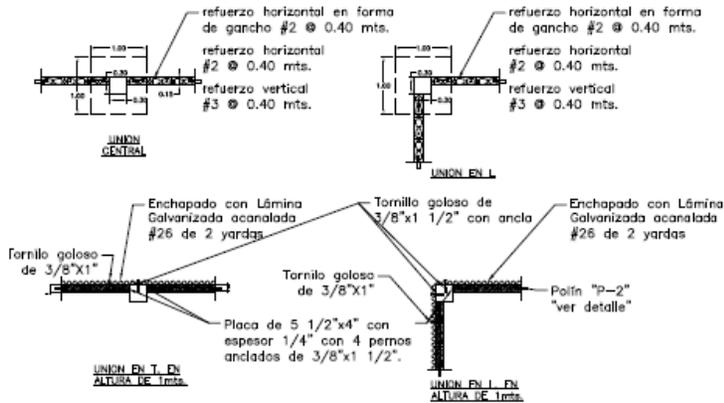
NOTA:
TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN METROS, AL MENOS QUE SE INDIQUE LOS CONTRARIO.
TODO PROCEDIMIENTO DE CORTE Y AJUSTE DEBE VERIFICARSE EN CAMPO.
EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA DE $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.
EL ACERO DE REFUERZO SERA GRADO 40.



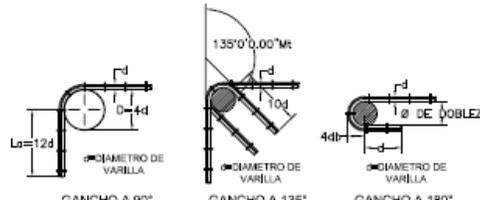
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES 1
FORMULADORES: INGENIERO EDUAR ROJAS VARELA, CARLOS ARDICHIL, CARLOS ENRIQUE RODRIGUEZ, INGENIERO JESUS BLANCO
SOCIENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORIELMO GONZALEZ RUIZ, ASISTENTE ENTRENADO LIC. ECOTECNOLOGO, MARIO ANTONIO GONZALEZ

PROYECTO: CARPETA TECNICA "DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE" PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.
UBICACION: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMARAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

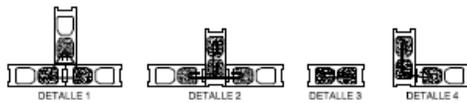
PLANO N° 20/24



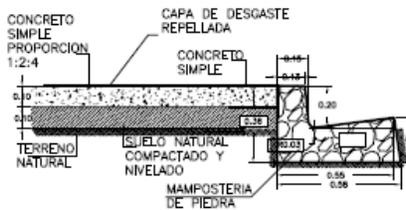
DETALLES DE UNIONES DEL ENCHAPADO DE LAMINA GALVANIZADA ACANALADA #26 DE 2 YARDAS Esc. 1:75



DOBLES TÍPICOS EN VARILLAS DE ACERO ESC. Sin Escala



GRAPA #2 ALTERNADO CON REFUERZO HORIZONTAL UNIONES TÍPICAS EN PAREDES DE BLOQUE ESC. Sin Escala



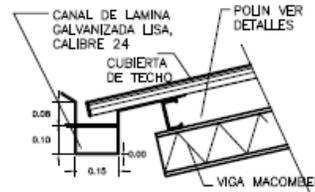
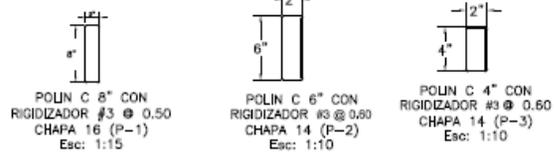
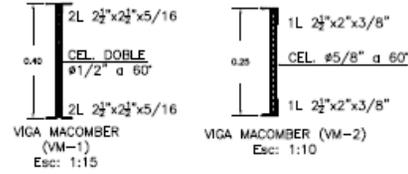
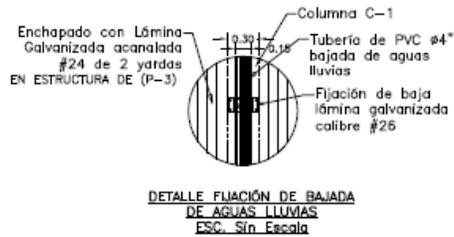
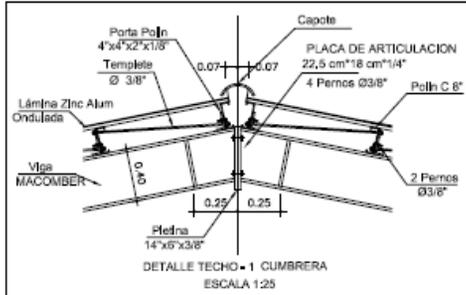
DETALLE DE PISO TIPO ACERA CON CORDON CUNETA Esc. 1:20



CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES 2
FORMULADORES:
 ADRIENNE OLIVERO, ROSAMBA VARELA,
 GABRIEL ARRIENDELO, CARLOS ESPINOSA,
 RONALDO RODRIGUEZ, DANIEL BLANCO,
 DOCENTE DIRECTOR: ING. CARLOS OSORIO,
 ASISTENTE TÉCNICO: LIC. EUGENIO GONZALEZ,
 ASISTENTE TÉCNICO: MARIO ANTONIO GONZALEZ

PROYECTO: CARPETA TÉCNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
UBICACIÓN: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMARAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
FECHA: FEBRERO - 2011 **ESCALA:** INDICADAS

PLANO N°
21/24



PLANO N°
22/24

PROYECTO: CARPETA TECNICA-DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE •
UBICACION: REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS CALIENTES
UBICACION: CALLES ARTESIA A LAS CHIRIMAS, JOYA DE MORALES, NACIENNA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AGUAS CALIENTES.

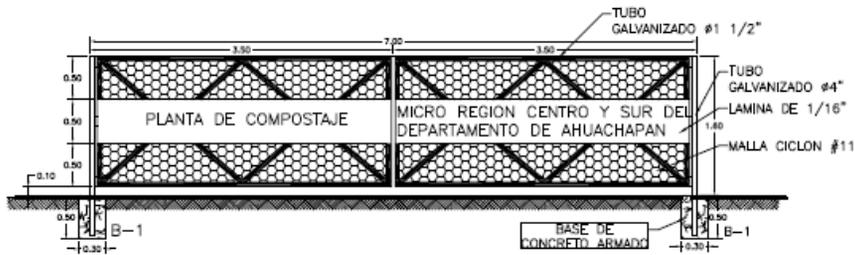
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: DETALLES DE TECHOS

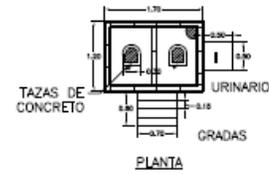
FORMULADOR: INGENIERO CIVIL, ESPECIALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO, MARIO ANTONIO GONZALEZ
DISEÑADOR: INGENIERO CIVIL, ESPECIALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO, MARIO ANTONIO GONZALEZ
DISEÑADOR: INGENIERO CIVIL, ESPECIALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO, MARIO ANTONIO GONZALEZ

COORDINADOR GENERAL: INGENIERO CIVIL, ESPECIALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO, MARIO ANTONIO GONZALEZ
COORDINADOR GENERAL: INGENIERO CIVIL, ESPECIALIDAD EN OBRAS DE CONCRETO, MARIO ANTONIO GONZALEZ

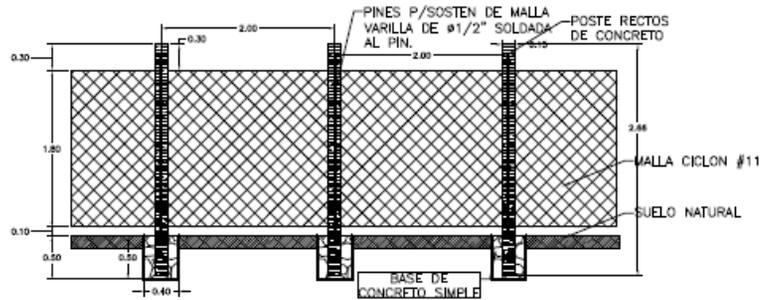




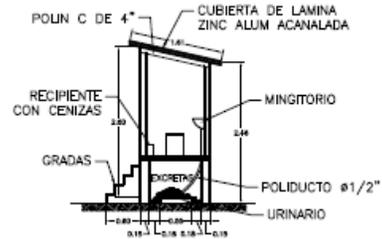
DETALLES DE PORTÓN DE ACCESO Esc. 1:50



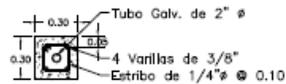
PLANTA



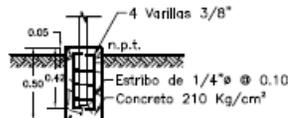
DETALLE DE CERCADO PERIMETRAL Esc. 1:50



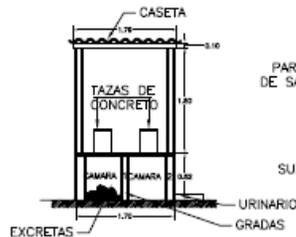
LATERAL



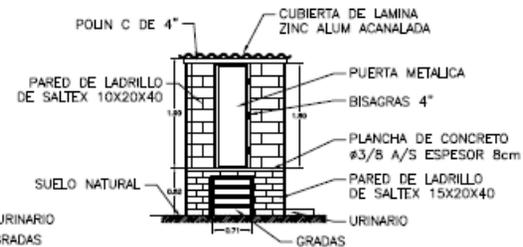
FUNDACION DE TUBO B-1 Esc. 1:30



ELEVACION B-1 Esc. 1:30



SECCION



VISTA FRONTAL

DETALLE DE LETRINA ABONERA Esc. 1:75

PLANO N°
2324

PROYECTO: CARRETA TÉCNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN, GUATEMALA.
UBICACION: HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPAN.

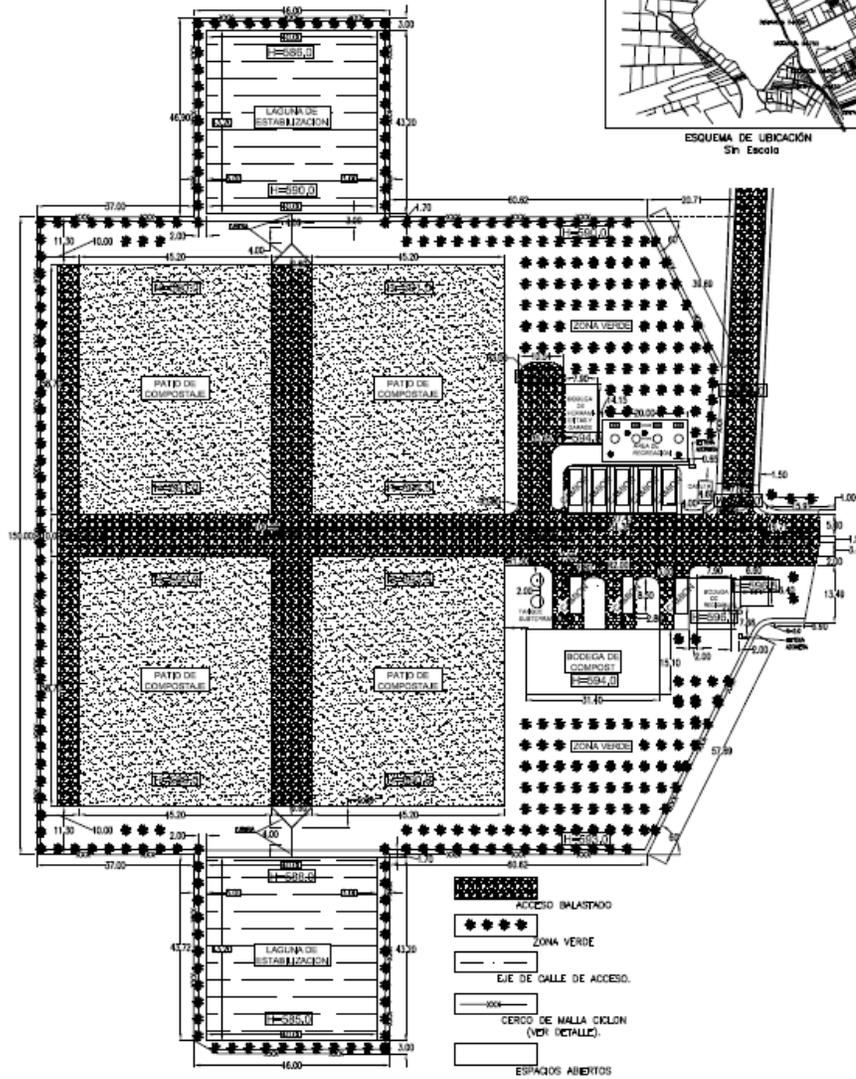
FECHA: FEBRERO - 2011 ESCALA: INDICADAS

CONTENIDO: DETALLES VARIOS

PROYECTADO POR: INGENIERO CIVIL, MARIO ANTONIO GONZALEZ
DISEÑADO POR: INGENIERO CIVIL, MARIO ANTONIO GONZALEZ
CORRECCION: INGENIERO CIVIL, MARIO ANTONIO GONZALEZ
DISEÑO: INGENIERO CIVIL, MARIO ANTONIO GONZALEZ



UES (FMO)



Esc:1:1000



CONTENIDO: PLANO DE TERRAZAS
FORMULADORES: ANDRÉS EDUARDO ROMANA VÁSQUEZ, CARLOS ANDRÉS CARLOS ENRICHIO, ROSALBA ROSALBA, JESÚS BLANCO
SOCIENTE DIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO GONZÁLEZ RUIZ
ASISOR EXTERNO: LIC. ECOTECNOLOGO MARCO ANTONIO GONZÁLEZ

PROYECTO: GARPETA TÉCNICA DISEÑO DE PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGIÓN CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
UBICACIÓN: CALLE ANTIGUA A LAS CHINAMAS, JOYA DE MORALES, HACIENDA DE TECOLOCOY, DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN.
FECHA: FEBRERO • 2011 **ESCALA:** INDICADAS

PLANO N°
24/24

ANEXO 9

PROGRAMA DE OBRA

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Trimestres		
						4º trimestre e oct	1er trim o dic	2º trimestre n e a b a jun jul
1	PLANTA DE COMPOSTAJE PARA LA MICRO REGION CENTRO Y SUR DEL DEPARTAMENTO DE AHUCHAPAN.	167 días?	lun 31/10/11	mar 19/06/12				
2	OBRAS PRELIMINARES	31 días?	lun 31/10/11	lun 12/12/11				
3	Bodega provisional	3 días	lun 07/11/11	mié 09/11/11				
4	Rotulo	1 día?	lun 31/10/11	lun 31/10/11	9CC-5 días			
5	Corte y desalojo de material vegetal y materia orgánica.	23 días	jue 10/11/11	lun 12/12/11	3			
6								
7	TRAZO	12 días	jue 10/11/11	vie 25/11/11				
8	Trazo por unidad de area	12 días	jue 10/11/11	vie 25/11/11	5CC			
9								
10	TERRACERIA	30 días	vie 11/11/11	jue 22/12/11				
11	Excavacion en fundaciones e hidraulica	30 días	vie 11/11/11	jue 22/12/11	8CC+1 día			
12	Excavacion en lagunas de estabilizacion	20 días	vie 11/11/11	jue 08/12/11	8CC+1 día			
13	Relleno suelo cem. 20:1 para canaleta e= 0.15 m.	8 días	jue 17/11/11	lun 28/11/11	11CC+4 días			
14	Relleno compactado suelo cem 20:1 para patios de compostaje e= 0.3 m.	16 días	jue 17/11/11	jue 08/12/11	5CC+5 días			
15	suelo cemento fluido	15 días	mié 16/11/11	mar 06/12/11	12CC+3 días			
16	Relleno compactado material selecto en fundaciones e hidrulica.	10 días	mié 23/11/11	mar 06/12/11	11CC+8 días			
17								
18	CONCRETO ESTRUCTURAL	51 días	mié 07/12/11	mié 15/02/12				
19	Zapata Z-1 1 X 1 m. 6 No 5 ambos sentidos @ 15 cm un solo lecho	4 días	mié 07/12/11	lun 12/12/11	16			
20	Zapata Z-2 0.8 X 0.8 m. 5 No 4 ambos sentidos @ 15 cm un solo lecho.	4 días	mar 13/12/11	vie 16/12/11	19			
21	Solera SF-1 de30x20 cm refuerzo 4 No 3 y est.No 3 @ 20 cm.	13 días	mié 07/12/11	vie 23/12/11	19CC			
22	Solera SF-2 de30x20 cm refuerzo 3 No 4 y est.No 3 @ 20 cm.	10 días	mar 13/12/11	lun 26/12/11	20CC			

Proyecto: PLANTA DE COMPOST1 Fecha: dom 13/03/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha llmite	

Página 1

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Trimestres		
						4º trimestre e oct	1er trim o dic	2º trimestre n e a b a jun jul
23	Columna C-1 de 30x30 ,refuerzo 4 No 5 + 2 No 3 y est. No 3 @ a 15 cm.	7 días	mar 13/12/11	mié 21/12/11	19			
24	Columna C-2 de 25x25 ,refuerzo 4 No 4 y est. No 3 @ a 15 cm.	4 días	lun 19/12/11	jue 22/12/11	20			
25	Solera Intermedia para pared de 15x20x40	10 días	mar 10/01/12	lun 23/01/12	30			
26	Solera Intermedia para pared de 10x20x40	5 días	mié 18/01/12	mar 24/01/12	31			
27	Solera de coronamiento y mojinete 10x20x40	5 días	jue 09/02/12	mié 15/02/12	33			
28								
29	PAREDES Y ALBAÑILERIA	86 días	mar 27/12/11	mar 24/04/12				
30	Paredes de block de concreto de 15x20x40 primer block incluye refuerzo	10 días	mar 27/12/11	lun 09/01/12	23FC+3 días			
31	Paredes de block de concreto de 10x20x40 primer block incluye refuerzo	6 días	mar 10/01/12	mar 17/01/12	30			
32	Paredes de block de concreto de 10x20x40 segundo block Incluye refuerzo	3 días	lun 30/01/12	mié 01/02/12	26FC+3 días			
33	Paredes de block de concreto de 10x20x40 tercer block Incluye refuerzo	5 días	jue 02/02/12	mié 08/02/12	32			
34	Hechura de cuadros en puertas y ventanas.	5 días	mié 18/04/12	mar 24/04/12	45			
35	Canaletas de mampostería de piedra	15 días	vie 27/01/12	jue 16/02/12	40			
36	Repello en canaleta.	16 días	vie 27/01/12	vie 17/02/12	40			
37								
38	PISOS.	118 días	vie 09/12/11	mar 22/05/12				
39	Piso de concreto Simple	20 días	mié 25/04/12	mar 22/05/12	34			
40	Losa de concreto hidraulico para patios de compostaje e= 18 cm.	35 días	vie 09/12/11	jue 26/01/12	14			
41	Barras pasajuntas 1 in, 45.72 cm. de largo	35 días	vie 09/12/11	jue 26/01/12	4000			
42	Barras de amarre 1/2 in , 71 cm. De largo.	35 días	vie 09/12/11	jue 26/01/12	4000			
43								
44	ESTRUCTURA METALICA Y CUBIERTA DE TECHOS.	44 días	jue 16/02/12	mar 17/04/12				

Proyecto: PLANTA DE COMPOST Fecha: dom 13/03/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

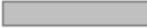
Página 2

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	4° trime	1er trim	2° trime	3
						e oct	o dic	n e a	b a jun
45	Techo de lamina acanalada de aZinc Alum calibre 26	5 dias	mié 11/04/12	mar 17/04/12	49				
46	Viga macomber VM-1	15 dias	Jue 16/02/12	mié 07/03/12	27				
47	Viga macomber VM-2	8 dias	Jue 08/03/12	lun 19/03/12	46				
48	Polin C 4" x 2 " chapa 11 para techos y enchape	10 dias	mar 20/03/12	lun 02/04/12	47				
49	Polin C 6" x 2 " chapa 13	6 dias	mar 03/04/12	mar 10/04/12	48				
50	Lamina No 26 para enchape con polin C 4"	10 dias	Jue 22/03/12	mié 04/04/12	48CC+2 dias				
51	Capote lamina Zinc Alum.	2 dias	lun 16/04/12	mar 17/04/12	45FF				
52									
53	PUERTAS Y VENTANAS	9 dias?	mié 25/04/12	lun 07/05/12					
54	Suministro e Instalacion,ventana V-1	4 horas	mié 25/04/12	mié 25/04/12	34				
55	Suministro e Instalacion,ventana V-2	4 horas	mié 25/04/12	mié 25/04/12	54				
56	Suministro e Instalacion,ventana V-3	4 horas	Jue 26/04/12	Jue 26/04/12	55				
57	Suministro e Instalacion,ventana V-4	4 horas	Jue 26/04/12	Jue 26/04/12	56				
58	Suministro e Instalacion,ventana V-5	4 horas	vie 27/04/12	vie 27/04/12	57				
59	Suministro e Instalacion,ventana V-6	4 horas	vie 27/04/12	vie 27/04/12	58				
60	Suministro e Instalacion de balcones	3 dias	lun 30/04/12	mié 02/05/12	59				
61	Siministro e Instalacion de puerta 1	1 dia?	Jue 03/05/12	Jue 03/05/12	60				
62	Siministro e Instalacion de puerta 2	1 dia?	vie 04/05/12	vie 04/05/12	61				
63	Siministro e Instalacion de porton.	1 dia?	lun 07/05/12	lun 07/05/12	62				
64									
65	INSTALACIONES SANITARIAS.	7 dias	mié 25/04/12	Jue 03/05/12					
66	Letrina Abonera.	7 dias	mié 25/04/12	Jue 03/05/12	34				
67									
68	HIDRAULICA. AGUA POTABLE	9 dias?	vie 04/05/12	mié 16/05/12					

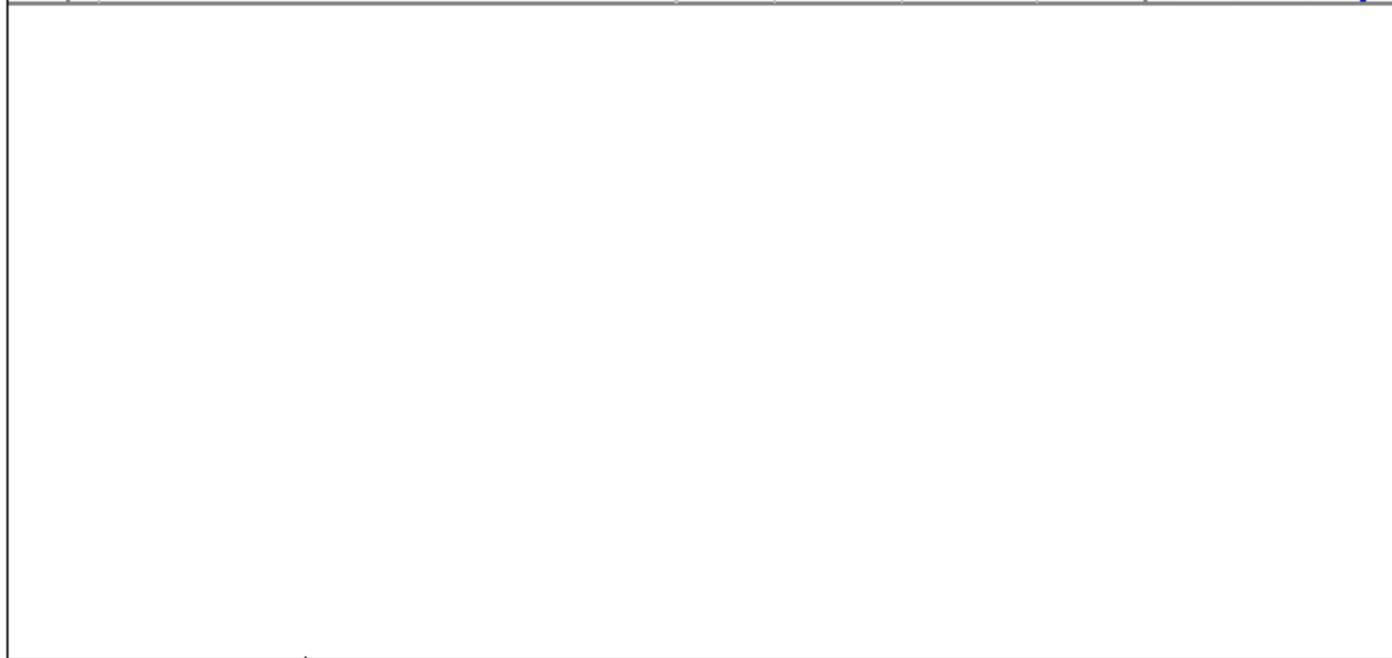
Proyecto: PLANTA DE COMPOST Fecha: dom 13/03/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

Página 3

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Trimestres		
						4° trim e oct	1er trim o dic	2° trim n e a b a jun jul
69	Tubería PVC DE 160PSI DIAMETRO 3/4", COMPACTADO	4 días	vie 04/05/12	mié 09/05/12	66			
70	Tubería PVC DE 160PSI DIAMETRO 1/2", COMPACTADO	2 días	vie 04/05/12	lun 07/05/12	66			
71	Lavadero con pila	1 día?	vie 04/05/12	vie 04/05/12	66			
72	Tanque negro plástico con capacidad de 1,100 lts.	8 días	lun 07/05/12	mié 16/05/12	71			
73								
74	HIDRAULICA. AGUAS LLUVIAS Y LIXIVIADOS.	22 días?	mié 18/04/12	Jue 17/05/12				
75	Tubería de PVC, 125 psi diametro de 4" (bajada aguas lluvias)	4 días	Jue 19/04/12	mar 24/04/12	77			
76	Tubería de PVC, 125 psi diametro de 9"	4 días	Jue 19/04/12	mar 24/04/12	7500			
77	Canal de lamina lisa galvanizada 26	1 día?	mié 18/04/12	mié 18/04/12	51			
78	Laguna de estabilización.	1 día?	Jue 17/05/12	Jue 17/05/12	72			
79								
80	ELECTRICO	8,75 días	mié 18/04/12	lun 30/04/12				
81	Suministro e instalacion de lampara Incandescente de 2 x 40	4 días	mar 24/04/12	lun 30/04/12	65			
82	Caja de 8 espacios con termicos de 60 amp.	4 horas	mié 18/04/12	mié 18/04/12	45			
83	Toma corriente doble.	4 días	mié 18/04/12	mar 24/04/12	82			
84	Luminaria de mercurio tipo canasta con poste metalico	4 días	mar 24/04/12	lun 30/04/12	66			
85	Salida de alumbrado incluye interruptores	4 días	mié 18/04/12	mar 24/04/12	82			
86	Foco receptaculo de bakelita	2 horas	mar 24/04/12	mar 24/04/12	65			
87								
88	OBRAS EXTERIORES	20 días	vie 18/05/12	Jue 14/06/12				
89	Area recreativa.	8 días	vie 18/05/12	mar 29/05/12	78			
90	Balastado de calle	10 días	vie 18/05/12	Jue 31/05/12	8000			
91	Cerco perimetral de malla ciclón.	20 días	vie 18/05/12	Jue 14/06/12	8000			
92								

Proyecto: PLANTA DE COMPOST Fecha: dom 13/03/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha limite	

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	4° trime	1er trim	2° trime	3
						e oct	o dic	n e a	b a jun
93	LIMPIEZA Y DESALOJO	3 días	vie 15/06/12	mar 19/06/12					
94	Limpeza y desalojo.	3 días	vie 15/06/12	mar 19/06/12	93				



Proyecto: PLANTA DE COMPOST Fecha: dom 13/03/11	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	