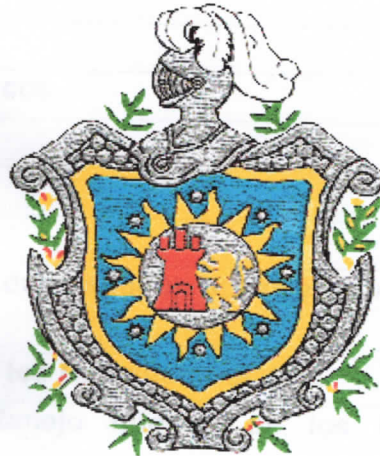


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
UNAN - MANAGUA



MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Tema:

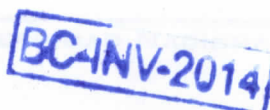
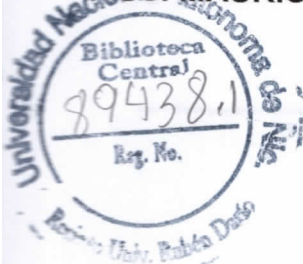
**ANTEPROYECTO DEL PLAN INTEGRAL DE
GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
PARA EL RECINTO UNIVERSITARIO "RUBEN
DARIO" 2012-2031 UNAN - MANAGUA.**

AUTORES:

- Br. FELIPE TEODORO ESPINAL MONCADA.
- Br. FREDDY EZEQUIEL HERNANDEZ MARTINEZ.
- Br. MILTON JARED LLANES ARAUZ.

TUTOR:

MSC. MAURICIO LACAYO ESCOBAR.



ING
378.242
Esp
2011
C.1

| INDICE. | PAGINA |
|--|---------------|
| Agradecimientos | |
| | |
| I. Introducción. | 1 |
| | |
| II. Objetivos. | 3 |
| 2.1. Objetivo General. | 3 |
| 2.2. Objetivos Específicos. | 3 |
| | |
| III. Marco Teórico. | 4-22 |
| 3.1. Residuos sólidos. | 4 |
| 3.2. Manejo de los residuos sólidos desarrollado en cinco fases. | 4 |
| 3.3. Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | 11 |
| 3.4. Jerarquía del Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | 12 |
| 3.5. Elementos fundamentales para el Manejo Integral de Residuos Sólidos. | 13 |
| 3.6. Marco Jurídico sobre los Residuos Sólidos. | 16-22 |
| | |
| IV. Diseño Metodológico. | 23-27 |
| 4.1. Universo. | 23 |
| 4.2. Variables del Estudio. | 24 |
| 4.3. Herramientas usadas para realizar la caracterización de los residuos sólidos mediante el método del cuarteo. | 24 |
| 4.4. Procedimiento para la preparación de la muestra. | 25 |
| 4.5. Aspectos técnicos-operativos del servicio. | 27 |
| | |
| V. Análisis y Discusión de los Resultados. | 28-71 |
| 5.1. Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos. | 28 |
| 5.2. Plan Integral de gestión de residuos sólidos. | 40 |
| 5.3. Plan de acción. | 47-56 |
| 5.4. Estrategia de implementación. | 57 |

| | |
|--|------------|
| 5.5. Plan maestro para el manejo de los residuos. | 58 |
| 5.6. Obras de ingeniería | 61 |
| VI. Conclusiones | 68 |
| VII. Recomendaciones | 69 |
| VIII. Bibliografía | 70 |
| | |
| ANEXOS | 72 |
| | |
| I. Hoja de campo para registrar peso por componente de residuos sólidos biológico-infecciosos. | 73 |
| II. Glosario de Términos | 74 |
| III. Memoria de cálculo estructural | 78 |
| IV. Memoria de cálculo pluvial | 114 |
| V. Especificaciones técnicas para la construcción la planta de tratamiento de residuos sólidos. | 118 |
| | |
| VI. Planos | 145 |
| | |
| | |
| | |

El presente documento es el resultado de un estudio de campo realizado en el campus universitario Rubén Darío de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua.

INTRODUCCION

Los residuos sólidos representan uno de los mayores retos para cualquiera de las ciudades del País. Con una generación per cápita de residuos sólidos estimada en promedio de 0.45 toneladas en el área urbana y 0.14kg/día/hab. en las zonas rurales (INIFOM). Con el dato de población del 2009 se estiman más de 1.5 millones de kilogramos de residuos generados en zonas urbanas y alrededor de 300 mil en las zonas rurales.

Agradecimientos

El presente documento sobre residuos sólidos pertenece de los no pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua, ha sido elaborado por los autores de este documento, los cuales han trabajado en 2009, utilizando los recursos de la Universidad para la realización de este estudio.

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a las siguientes personas:

A Jehová Dios por ser fuente de conocimiento, sabiduría y vida.

A nuestros padres por el apoyo constante para la culminación de los estudios universitarios.

Al tutor Lic. Mauricio Lacayo por su constante ayuda para la preparación y revisión del presente documento, el cual es un buen comienzo para dar solución definitiva al problema de los residuos sólidos del recinto universitario Rubén Darío.

Al Ingeniero Ernesto Cuadra por sus importantes aportes en pro de la formación académica y profesional de los autores.

I. INTRODUCCION

Los residuos sólidos representan uno de los mayores retos para cualquiera de las Alcaldías del País. Con una generación per cápita de residuos sólidos estimada en promedio de 0.45 kg/hab./día en el área urbana y 0.14kg/hab./día en las zonas rurales (INIFOM). Con el dato de población del 2008 se estiman más de 1,5 millones de kilogramos diarios generadas en zonas urbanas y alrededor de 300 mil en las zonas rurales.

La falta de discriminación de los residuos sólidos peligrosos de los no peligrosos durante su almacenamiento, recolección y traslado al vertedero, ha provocado que los sitios de disposición final se hayan convertido en sitios altamente contaminados y en una amenaza permanente para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

El constante deterioro del medio ambiente afecta directamente la calidad de vida de las personas, provocando principalmente afecciones a la salud humana, además deteriora escenarios naturales, teniendo incidencia negativas en las generaciones futuras. El mal manejo de los residuos sólidos es un factor determinante en el deterioro del medio natural.

El Recinto Universitario Rubén Darío (RURD) tiene serio problemas ambientales, destacándose el manejo inadecuado de los residuos sólidos, lo que ha venido provocando deterioro en el medio natural y riesgos a la salud de la comunidad universitaria. Además la estética y el ornato de la Universidad.

Los problemas comienzan con los recipientes, los cuales no cuentan con el tamaño apropiado, ni las cantidades necesarias, no son impermeables, ni señales que indiquen que tipo de residuos se debe depositar, esto no permite que los diferentes residuos sean clasificados. La recolección es irregular debido a que el equipo es propenso a daños mecánicos. Además, la falta de rutas y la dificultad de accesos a algunos de los lugares de almacenamiento y el traslado de los residuos homogéneamente provocan la pérdida del valor de comercializar el papel y el cartón, además de la dificultad de clasificación en el sitio de tratamiento.

Con el fin de dar solución a la problemática anteriormente expuesta, se diseñó el Anteproyecto del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en el "RURD" para un periodo de veinte años. Dicho plan repercutirá positivamente, dando las pautas necesarias de manejo adecuado de los mismos y sembrando las bases del comienzo del desarrollo del plan y su posterior continuidad de las autoridades competentes realizando ajustes en pro del mejoramiento del plan de manejo integral de los residuos sólidos.

Debe destacarse que el proceso es integral, lo cual significa que se requiere de la participación de varios sectores dentro de la universidad que permitan el pleno desarrollo del plan de gestión ambiental.

Es importante el apoyo de docentes, administrativos, estudiantes y otros que contribuyan con diferentes estudios y propuestas para desarrollar un proyecto multidisciplinario que alcance las metas propuestas el plan presentado en este documento.

El presente trabajo expone las condiciones actuales para la recolección de basura dentro del recinto universitario Rubén Darío de tal manera que puedan identificarse las debilidades de las mismas.

Durante el proceso de investigación de campo se observó de manera contundente la necesidad de contar con las instalaciones necesarias para el debido procesamiento de los desechos.

Y es ahí donde los autores desean contribuir aun más con este proyecto, no solo presentar un conjunto de recomendaciones de carácter ambiental sino también ofrecer una propuesta de las obras de ingeniería civil que deberán desarrollarse para la aplicación de un plan de gestión ambiental.

Por ello se ha integrado al presente trabajo una memoria de cálculo estructural de los edificios proyectados, así como planos constructivos de los mismos y un compendio de especificaciones técnicas referidas a la construcción de los edificios. Debe quedar claro que se presenta los diseños de las especialidades que los autores dominan, por ello no se presenta el diseño eléctrico o un estudio factibilidad económica y/o de mercado. Es parte del plan integral involucrar a otros egresados dispuestos a aportar sus ideas para el enriquecimiento del proyecto.

Esto permitirá que la universidad cuente con un plan maestro que le permita gestionar fondos ante diferentes instituciones dispuestas a dar su apoyo a este proyecto.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Elaborar un plan de manejo integral de Residuos Sólidos en el Recinto Universitario Rubén Darío, UNAN-Managua.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Determinar la composición física de los residuos sólidos en el Recinto Universitario “Rubén Darío”, UNAN-Managua.
- ❖ Describir y analizar el manejo actual de los residuos sólidos en el Recinto Universitario “Rubén Darío”, UNAN-Managua.
- ❖ Proponer un plan de acción para el manejo integral de los residuos sólidos.
- ❖ Diseñar las obras de infraestructura para el tratamiento de los residuos sólidos en el “RURD”.

III. MARCO TEORICO

3.1. Residuos sólidos: los residuos sólidos institucionales son los que se generan en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y en edificaciones destinadas a oficinas, entre otros (NTON 05 014-01).

3.2. El manejo de los residuos sólidos se desarrolla en cinco fases.

- ❖ Generación
- ❖ Almacenamiento
- ❖ Recolección y transporte
- ❖ Clasificación y recuperación
- ❖ Tratamiento y disposición final

3.2.1. Generación: Cualquier persona o institución cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una institución usualmente se vuelve generadora cuando sus actividades y procesos dan como resultado un residuo o cuando no utiliza más una materia.

Los tipos de residuos sólidos están íntimamente relacionados por el ingreso económico y los hábitos de consumo mayormente de productos con empaques descartables. Según (INIFOM, 1996) las personas siempre han generado residuos, lo que sucede es que nunca como ahora los problemas originados por el nivel de producción y el escaso reciclaje habían sido tan importantes (INIFOM 1996 b).

3.2.2. Almacenamiento: almacenamiento propiamente dicho, es la acción de retener los residuos en tanto son recolectados por el equipo recolector. Esta actividad se desarrolla por las personas en el ciclo de generación en las instituciones. Los costos de almacenamientos deben ser asumidos por la institución.

El almacenamiento de residuos es una fase crítica debido a una serie de factores que se deben tomar en cuenta cuando sean manipulados, estos incluyen:

- ❖ Efectos del almacenamiento sobre los componentes de los residuos.
- ❖ Tipo de contenedor que se va a utilizar.
- ❖ Localización del contenedor.
- ❖ Salud pública y estética.

Respecto al almacenamiento la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. OPS–OMS citado por Velásquez (1999) menciona las características que deben tener los recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos:

- ❖ Ser impermeables.
- ❖ Estar provistos de tapa ajustada.
- ❖ Ser de estructura fuerte para resistir la manipulación.
- ❖ Ser resistente a la oxidación.
- ❖ Fáciles de llenar, limpiar y vaciar.
- ❖ Estar provistas de asas a los lados y una agarradera en la tapa.
- ❖ No tener bordes vivos.
- ❖ Tener tamaño adecuado (altura 75cms, diámetro 60 y peso no mayor de 100 lbs.).

3.2.3. Recolección y transporte: comprende el conjunto de operaciones de carga- transporte-descarga desde que los residuos son presentados hasta que son descargados, bien directamente en los puntos de transferencia o tratamiento final.

Esta fase de la gestión representa entre el 80% y 90% de los costos totales de manejo de los desechos, por lo cual deben realizarse cálculos fidedignos que incluyan:

- ❖ Sueldo del personal.
- ❖ Gastos de operaciones y mantenimiento.
- ❖ Gastos de capital.
- ❖ Equipos.
- ❖ Horarios de recolección.
- ❖ Planificación.

3.2.4. Clasificación y recuperación: consiste en la separación de materiales que constituyen la basura con interés económico y se efectúa para recuperar artículos de cierto valor, productos que se pueden convertir en otros o en energía que se puede obtener de este proceso. Este paso requiere de un análisis económico muy serio, pues depende del precio de los subproductos del mercado (Salazar, 1986).

3.2.5. Tratamiento y Disposición Final: Una vez concluida la clasificación es importante conocer las características físicas y químicas que nos facilite la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos sólidos. Estos pueden ser: reutilización, reciclaje, composteados y

solamente incinerados los que no tienen ningún valor económico o de transformación.

Técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

Existe una amplia variedad de técnicas para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (RSO), esto debido a que ningún método se ajusta a los intereses y necesidades que tienen cada una de las personas que lo aplican. Estas variaciones están sujetas tanto a costos, como a eficiencia de aprovechamiento o calidad del producto final.

De la larga lista de técnicas, sólo una pequeña parte pueden ser llevados a cabo en *países y ciudades con bajos recursos, sobresaliendo de éstos los que presentan bajos costos de inversión, facilidades en la implementación y eco-eficiencia aceptable.*

Las técnicas de mayor implementación en el aprovechamiento de los RSO, según Flores Dante, (2001) son las siguientes:

- ❖ El Compostaje
- ❖ La Lombricultura
- ❖ El tratamiento térmico de RSO para las alimentaciones de animales.
- ❖ La biodigestión.

Se hace referencia al proceso Lombricultura, esperando que en el futuro pueda ser desarrollado. Con propósitos didácticos y la obtención de humus.

Compostaje: el compostaje es un proceso biológico, aeróbico y termófilo (con incremento de la temperatura) de descomposición de residuos orgánicos en fase sólida y en condiciones controladas que consigue la transformación de un residuo orgánico en un producto estable en mayor o menor grado, aplicable a los suelos como abono; aunque en algunos casos se ha definido como un método para estabilizar residuos, en general es más correcto hablar de descomposición porque no siempre se puede asegurar que esta estabilización sea total.

El producto final del Compostaje es un mejorador de suelos denominado "Compost", el cual contribuye en los procesos de mineralización y nutrición menor y absorción de la humedad, aportándoles agua y ciertos nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, hierro y manganeso. Estos atributos antes mencionados lo hace un fertilizante ideal para el desarrollo de las plantas.

En la mayoría de los sistemas, los residuos son preparados para la digestión triturándolos en algún tipo de molino. La digestión se lleva a cabo en hileras sobre el piso(o losas), trincheras, pozos, celdas, tanques, torres de múltiples etapas, cilindros, depósitos, etc.

Según Flores (2001), los diferentes tipos de procesos de compostaje comúnmente usados son:

Proceso Indore (Bangalore): Usa trincheras en el suelo o montículos sobre una superficie plana y lisa de 1 a 1.5 m de profundidad o altura x 1.5 de ancho y un largo que puede ser variable. El material es colocado en capas alternadas de residuos, estiércol seco, tierra, paja, hojarasca, etcétera. No utiliza la molienda. Los volteos son hechos a mano tan frecuentemente como es posible. El tiempo de retención es de 120 a 180 días. Este proceso fue originalmente dado a conocer por Sir Albert Howard debido a que fue usado por campesinos tradicionales de la región de Indore en la India.

Proceso biestabilizador Dano: Cilindro rotatorio con una ligera inclinación respecto a la horizontal, diámetro de 2.7 metros a 3.6 metros, con una longitud superior a los 45 metros, sin molienda. La digestión de uno a cinco días es seguida por la formación de hileras para la maduración, con aireación forzada dentro de los cilindros. El uso de este método predomina en Europa.

Proceso Earp- Thomas: Tipo silo con ocho compartimentos dispuestos verticalmente. Los residuos colocados en el interior son movidos hacia debajo de compartimento en compartimento con introducción de aire a través del silo. La digestión dura de 2 a 3 días y luego es seguida por la formación de hileras para la maduración. Su uso es frecuente en Alemania, Suiza, Italia y Grecia.

Proceso Triga: Un puente rodante retira los residuos de un foso de recepción y alimenta un tamiz rotativo de malla gruesa. El material tamizado es llevado por una banda transportadora a un molino. El material ferroso es previamente retirado por un extractor magnético. El producto molido es transportado al digestor formado de cuatro silos verticales. Los silos son cargados por la parte superior permaneciendo el material dos días en su interior, efectuándose la descarga por una rosca sin fin. Una banda transportadora lleva el material de nuevo a la parte superior de otro digestor y así sucesivamente. La parte superior de los silos posee un ventilador para la aireación del material en su interior. De los silos el material pasa a un extractor magnético y de allí a un tamiz vibratorio.

De los cuatro procesos el que presenta menores costos de inversión y operación es el Proceso Indore (Bangalore), ya que no requiere de mucha tecnología ni

tampoco de una gran cantidad de mano de obra. Dichas características antes mencionadas hacen de este proceso uno de los más utilizados y adaptados a las condiciones de los países en desarrollo de Latinoamérica.

Descripción general del Proceso Indore (Bangalore)

Una vez instalada la planta de compostaje, el proceso en la misma se lleva a cabo en tres pasos fundamentales que son:

Pre-procesamiento de los residuos sólidos orgánicos: Durante esta fase se hace una separación de toda la materia retornable que se encuentre en el volumen de desechos a compostar. En la aplicación de esta técnica se pueden aprovechar una amplia gama de residuos orgánicos que van desde residuos de jardinería y de mercados (en los que se incorporan frutas, carnes, etc.) hasta los fangos de agua residuales.

Cabe destacar que *esta técnica posee algunas limitantes*, pues existen algunos residuos que no pueden ser tratados o composteados como son: *las aguas de lavado, estiércoles de gatos y perros, productos lácteos, grasas y aceites, desperdicios de pescados, huesos y algunos tipos de hiervas y semillas.*

De la selección y separación y pre-tratamiento de los materiales a compostar se procede a la etapa de descomposición del mismo.

Descomposición de la fracción orgánica: La duración de este proceso está comprendida entre los 120 y 180 días, tiempo en el cual los residuos son amontonados en pilas ordenadas en estratos. Esos estratos se van conformando según el tipo de nutrientes que aportan a cada uno de los residuos a compostar. Los dos tipos de variantes de estos estratos son: los a portadores de nitrógeno y los de carbono.

Durante esta etapa el material composteado es volteado con el propósito de homogenizar la mezcla, acelerar el proceso de descomposición y mejorar la aeración. La realización de estas actividades provoca que el material en descomposición tenga variaciones en su temperatura. En este escenario, las bacterias juegan un papel importante ya que son las que van acondicionando la materia a través de los procesos de síntesis hasta llevarla a su etapa final donde este se convierte en compost.

Pasado el tiempo de descomposición se debe de tamizar el Compost para eliminar algunos materiales que todavía no se han terminado de compostar.

Preparación y uso del Compost: Para determinar el producto final este debe de cumplir con ciertas características físicas, químicas y biológicas que son propias del suelo. Las normas físicas incluyen: color marrón oscuro, un tamaño de partículas uniforme, un olor terroso agradable y estar libre de residuos como tapas, papel, plásticos y trozos de vidrio. (Flores, Dante 2001).

El uso de este material ya procesado se da mayormente en el sector agrícola, debido a que beneficia el mantenimiento de la fertilidad del suelo, evita la contaminación del suelo por el uso de fertilizantes químicos, y generan menor dependencia del productor de insumos externos y con costos elevados.

Ventajas y desventajas: Una de las ventajas del Compost es que es un mecanismo alternativo para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, y por ende una alternativa para la reducción de los impactos tanto al ambiente como a la salud.

También cabe destacar que el propósito en sí es una gran ventaja, ya que a través de él se obtiene un beneficio de algo que para otras actividades tanto industriales como domésticas significaban un desecho. Por otro lado, el material obtenido producto de esta técnica es libre de organismos patógenos; además, posee un alto contenido nutricional lo cual crea mejores condiciones de crecimiento y desarrollo de las plantas.

Otra ventaja que se obtiene en la implementación de esta técnica es que a diferencia de otras, no se tienen altos costos de operación e inversión, y que en su operación no se necesita de una mano de obra especializada.

En cuanto a las desventajas, tenemos que la duración del proceso en sí es bastante larga en comparación con las otras técnicas; la asimilación de este por parte de las plantas es lenta; y finalmente, el producto tiene un bajo valor monetario como fertilizante. (De la Llana et al, 2004)

Impactos positivos generados: La técnica de compostaje es una técnica amigable con el ambiente, presentado únicamente impactos positivos en el mismo. La razón de esto es que la actividad es en su totalidad un proceso ecológico, el cual tiene el propósito de disminuir los volúmenes de residuos sólidos orgánicos que son generados al ambiente, a través del aprovechamiento y revalorización de los mismos.

Además los Impactos positivos a la salud son relevantes, pues disminuye vectores producto del aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Por otro lado, la facilidad de implementación y operación de la técnica de compostaje generan otro tipo de beneficios que son más de carácter social. Estos beneficios son: disminución de los gastos en la compra de abonos orgánicos, generación de ingresos por la venta del producto, mejoramiento de los suelos relacionado a ello también tenemos mayores oportunidades para la diversificación de cultivos, etc.

Lombricultura: Según Flores, D (2001) la Lombricultura es una biotecnología que utiliza una especie domesticada de lombriz, como herramienta de trabajo; recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de trabajo fundamentalmente dos productos:

Humus: es la degradación última de la materia orgánica por efecto de los microorganismos, en la cual se obtiene un fertilizante de primer orden que se encuentra químicamente estabilizado.

También hay que resaltar que el humus presenta un alto porcentaje de químicos que son proporcionados por la actividad microbiana que se lleva a cabo en el periodo de reposo que éste tiene (conocido como maduración) luego es digerido y expulsado por la lombriz.(Flores, Dante, 2001).

La carne de lombriz: una carne roja que permite obtener con tecnología adecuadas una harina con niveles promedios de hasta de 73% de proteína, utilizable como alimento humano y animal.

El proceso de Lombricultura

Se caracteriza por ser bastante sencillo, aunque es más laborioso que el proceso de compostaje. Los pasos que se llevan a cabo en el proceso son:

Preparación del sustrato: Este consiste en picar o moler el material o residuos. Luego de esto se coloca en una pila con el propósito de que éste se descomponga por la acción de los microorganismos y llegue a un estado en el que no haya variaciones de temperatura, ni variaciones en el PH (rango 6.5 a 8).

Colocación del sustrato y lombrices: Durante esta etapa se coloca el sustrato ya maduro extendiéndolo de forma homogénea en la caja o pila de madera, y se humedece hasta que alcance una consistencia pastosa. Ya preparado el sustrato, se procede a incorporar las lombrices. Para este proceso se realiza una prueba que consiste en colocar una caja con 50 lombrices; la caja deberá tener agujero por donde puedan salir las lombrices). Si en un periodo de 24 horas las lombrices no se encuentran en la caja quiere decir que el sustrato está listo.

Una vez comprobada la madurez del sustrato se procede a ingresar a las lombrices, en una relación de 500 individuos por metro cuadrado. Se recomienda utilizar este procedimiento en las horas de la mañana para que la incidencia de los rayos del sol obligue a las lombrices a ingresar en el sustrato.

Se debe tener un diario del lecho, esto para prevenir cualquier anomalía. También se debe tener un especial cuidado en mantener húmedo el sustrato. **Alimentación de las lombrices:** Se utiliza el sistema llamado lomo de toro, que consiste en colocar el alimento al centro del lecho dejando un espacio de 25 cm. Alrededor de los bordes. Pasado un mes de haber colocado el alimento se procede a extenderlo en el lecho y se deposita más alimento.

Recogida del producto: Antes de realizar la extracción del humus de los lechos se debe tener listo el alimento que será depositado en los nuevos lechos. Una vez que el compost se ha convertido en humus, la lombriz buscará más alimento y procederá a buscar el fondo del lecho. Esto nos indicará que es el momento de extraer el humus. (Flores, Dante 2001).

Como se mencionó anteriormente, en la colocación de los lechos el método lomo de toro es el más indicado para la extracción del humus ya que permite que éste se recoja separadamente de las lombrices, luego se procederá a colocar una fila de alimentos al centro del lecho, dejando 25 cm, para cada lado del mismo, esto hará que las lombrices vayan al centro del lecho a consumir el alimento, permitiendo extraer el humus sin coger las lombrices de los extremos y de esta manera facilita su traslado al nuevo lecho.

Almacenamiento del humus, tamizado y envasado: El almacenamiento del humus se realiza a un 80% de humedad, permaneciendo hasta que este alcanza una humedad de 55%. Finalmente se procede a tamizarlo para sacar las impurezas y posteriormente a sacarlo. Todo el proceso tanto de compostaje fue sacado de monografía de (Ping, Zeledón, 2005).

3.3. Manejo Integral de los Residuos Sólidos.

El manejo integral de los residuos sólidos se define como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad específica en relación a la gestión de los residuos sólidos (Salazar, 2003).

El manejo integral de residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento del cual se derivan los beneficios ambientales y económicos que resultan en la aceptación

social con una metodología versátil y práctica que puede aplicarse a cualquier región, (Lacayo, 2005). Es importante tener siempre presente que un manejo adecuado y responsable de los residuos no es sólo una obligación moral y legal, sino que además puede representar una fuente adicional de recursos económicos.

3.4. Jerarquía del Manejo Integral de los Residuos Sólidos: La jerarquía del manejo de residuos sólidos implica priorizar y combinar las diferentes alternativas de manejo a fin de maximizar el aprovechamiento de los recursos y prevenir o reducir impactos negativos al ambiente de modo que dicha estrategia de tratamiento responda a las necesidades específicas. Es claro que es difícil minimizar costos e impactos ambientales simultáneamente, por lo tanto será necesario conocer todos los datos para estimar costos e impactos ambientales a fin de emitir juicios de valor y generar nuevas ideas en el marco de los procesos de mejora continua.

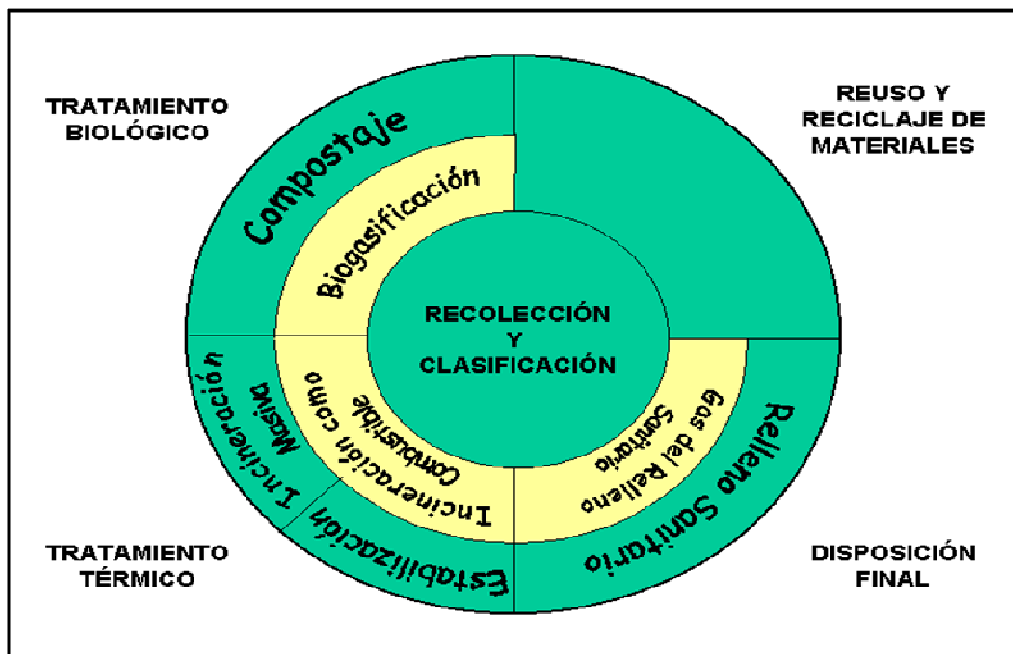


Figura 1. Manejo Integral y Sustentable de los Residuos Sólidos, Fuente: SEMARNAT, 2001.

El gráfico muestra las diferentes formas de tratamientos que se le pueden dar a los residuos sólidos, la aplicación de las mismas estará en función de las necesidades específicas del sitio, a fin de lograr el principal objetivo: el manejo integral de los residuos sólidos.

3.5. Elementos fundamentales para el Manejo Integral de Residuos Sólidos:

Reducción en la fuente: El concepto de reducción ayuda a elevar la conciencia del público en el manejo de los residuos sólidos, aunque dicha reducción debe ser evaluada cuidadosamente. Para asegurar que tenga bases científicas, ya que decisiones arbitrarias basadas en información sin fundamento pueden resultar en la disminución de una parte del flujo de residuos a costa de un mayor uso de recursos.

Un manejo integral de residuos sólidos exitoso, requiere que los miembros de la sociedad que contribuyen a integrar el flujo de residuos, asuman sus responsabilidades como: Productores de materias primas, fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores y autoridades deben responsabilizarse por los residuos que generan. Una manera efectiva de promover la minimización de residuos experimentada en otros países, ha sido cobrar al generador de éstos conforme a la cantidad producida; ésta es una aplicación del principio “el que contamina paga” y forma parte de una estrategia de responsabilidad compartida.

Reutilización: Se entiende por reutilización el aprovechar al máximo los artículos, utilizándolo para diferentes fines antes de desecharlos; el rehusó de los materiales es la forma más ecológica de tratar los residuos pero, la más limitada.

Reciclaje: Una definición bastante acertada nos indica que reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas. Es la acción de volver a introducir los materiales ya usados (y sin ninguna utilidad para nosotros) nuevamente en el ciclo de producción como materias primas.

Según la E.P.A. (Agencia de Protección Ambiental) de los Estados Unidos, el reciclado tiene las siguientes ventajas:

Protege y expande los empleos del sector manufacturero y aumenta la competitividad en el mercado global.

- ❖ Ahorra energía y evita la contaminación causada por la extracción y procesamiento de materiales vírgenes y la manufactura de productos usando materiales vírgenes.
- ❖ Disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global.

- ❖ Conserva los recursos naturales como la madera, el agua y los minerales.
- ❖ Ayuda a sostener el medioambiente para generaciones futuras.
- ❖ Reduce la necesidad de vertederos y la incineración.

Compostaje: El compostaje es el proceso de descomposición de materiales orgánicos por microorganismos en un ambiente con condiciones controladas generando un material parecido al humus con excelentes propiedades para el suelo pues favorece el crecimiento de las plantas y tiene la capacidad de retención de agua.

Lombricultura: La lombricultura permite el aprovechamiento de materia orgánica incluyendo papeles, cartón, cascaras, frutas, etc. Que son comidas por las lombrices produciendo un abono llamado humus con excelentes propiedades.

Incineración: La incineración logra una reducción de volumen dejando un material inerte (escoria y cenizas) cerca del 10% del inicial y emitiendo gases dentro de la combustión. Tal combustión es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas. Una mala combustión generara humos, cenizas y olores indeseables (OPS, 1997).

Un manejo sustentable de residuos que proporcione mejoras ambientales reales de una manera económica y socialmente aceptable, sólo puede ser alcanzado a través de metas que sean parte de objetivos ambientales más amplios, tales como: reducción de gases invernadero, disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y maximización del aprovechamiento de los recursos.

3.5.1. Planes integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

La Planeación Integral de Gestión ambiental de Residuos Sólidos (FIGARS) tiene como objetivo sintetizar la visión estratégica sobre la solución de los problemas relacionados con los residuos sólidos y expresarlos no solo en proyectos específicos, sino en actitudes, valores y acciones cotidianas que permitan transitar hacia un modelo de desarrollo sustentable de modo que deberá involucrar a todos los sectores implicados en las acciones a emprender; lo cual sugiere sistematizar actividades, definir funciones y responsabilidades de los participantes, generar información y llevar a cabo una gestión transparente en la toma de decisiones y en el ejercicio de los recursos (SEMARNAT, 2001).

Los pasos para la formulación de PIGARS propuestos por el Consejo Nacional del Ambiente de Perú son:

Organización local para el desarrollo del PIGARS: se deben identificar los actores involucrados en la problemática de los residuos sólidos. El proceso de formulación debe ser participativo, involucrando a los diversos actores y grupos de interés. Este paso es esencial para la elaboración e implementación del PIGARS.

El diagnóstico o definición del problema: en esta sección se debe realizar una evaluación del estado del sistema de gestión de los residuos sólidos, con el fin de establecer el punto de partida del plan. En la evaluación se debe caracterizar el área de estudio y se deben revisar los aspectos administrativos y los técnico-operativos (caracterización de los residuos, almacenamiento, recolección, transporte y estaciones de transferencias, centros de tratamiento y disposición final).

Establecimiento de los objetivos y alcance del PIGARS: Los resultados del diagnóstico servirán de base para establecer los alcances del PIGARS. En esta etapa se deben precisar cuatro aspectos claves del Plan:

- ❖ La identificación del área geográfica y el periodo de planeamiento.
- ❖ La selección de los tipos de residuos que se considerarán en el Plan.
- ❖ El establecimiento del nivel de servicio que se desea alcanzar.
- ❖ La definición de los objetivos y metas del Plan.

Identificación y evaluación de las alternativas: en este paso se debe identificar la forma de lograr los grandes objetivos planteados en el paso anterior. Para ello se deben identificar y evaluar las alternativas de los aspectos administrativos y de los aspectos técnico-operativos.

Preparación de la estrategia: en esta sección se deben integrar las alternativas identificadas con el fin de elegir y formular la estrategia más apropiada del PIGARS. También se deben identificar los aspectos críticos del sistema que deben ser mejorados, al igual que los grupos o actores que se encargarán de dicha tarea, con el fin de seleccionar el camino y los medios más apropiados para alcanzar los objetivos planteados.

Formulación del Plan de Acción del PIGARS: el plan de acción del PIGARS debe identificar las acciones prioritarias, así como los responsables y los indicadores para cada actividad. Es necesario priorizar las actividades que se den implementar con poca inversión de capital; las acciones de corto plazo deben servir de base para desarrollar las de mediano plazo.

3.5.2. Beneficios del “PIGARS” (Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos):

- ❖ Facilita el desarrollo de un proceso sostenido de mejoramiento de la cobertura y calidad del sistema de gestión de residuos sólidos.
- ❖ Previene las enfermedades y mejora el ornato público.
- ❖ Promueve y fomenta el aprovechamiento y valorización de los residuos.
- ❖ Mitiga los impactos ambientales negativos originados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.
- ❖ Promueve la participación de la población e instituciones claves en las iniciativas de mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos.
- ❖ Incrementa el nivel de educación ambiental de la población.
- ❖ Permite la instalación de estructuras gerenciales apropiadas para la gestión ambiental de residuos sólidos.

3.6. Marco Jurídico sobre los Residuos Sólidos

3.6.1. El marco jurídico nacional vinculado al manejo de los residuos sólidos se expresa a continuación:

Constitución Política (Ley 130, Reforma Constitucional, 2000); es la carta fundamental y principal ley de la nación, las demás leyes se subordinan a ésta. La Constitución en el Arto. 60 consagra el derecho de los nicaragüenses a habitar en un ambiente saludable.

Código Laboral de Nicaragua (Ley 185, 1996); en sus artículos 130 al 136, establece los 14 años como la edad mínima para trabajar y prohíbe el desempeño de adolescentes, niños y niñas en trabajos insalubres (entre otros, subterráneos, basureros, los que impliquen manipulación de objetos y sustancias sicotrópicas o

tóxicas, etc.) y de peligro moral que perjudiquen su educación, su salud, su desarrollo físico e intelectual, moral, espiritual o social.

El artículo 134 de este Código establece que son derechos de las y los adolescentes que trabajan: a) Tener condiciones de trabajo que les garanticen seguridad física, salud física y mental, higiene y protección contra los riesgos laborales. (Ley de reforma al título VI, libro primero del Código del Trabajo de la República de Nicaragua, 15 de Octubre del año 2003).

Código de la Niñez y la Adolescencia (2001); Regula la protección integral que la familia, la sociedad, el Estado y las instituciones privadas deben brindar a las niñas, niños y adolescentes. En el Artículo 74, establece que: “Los adolescentes no podrán efectuar ningún tipo de trabajo en lugares insalubres y de riesgos para su vida, salud, integridad física, psíquica o moral, tales como trabajo en Minas, subterráneos, **basureros**, centros nocturnos de diversión, los que impliquen manipulación de objetos y sustancias tóxicas, sicotrópicas y los de jornada nocturna en general”.

Ley No. 641, CÓDIGO PENAL

Aprobado en sesión plenaria del 13 de noviembre de 2007,

Art. 365. Contaminación del suelo y subsuelo

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

Art. 366. Contaminación de aguas Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Se impondrá la pena de cuatro a siete años de prisión, cuando con el

objeto de ocultar la contaminación del agua, se utilicen volúmenes de agua mayores que los que generan las descargas de aguas residuales, contraviniendo así las normas técnicas que en materia ambiental establecen las condiciones particulares de los vertidos. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217, 1996); esta ley tiene por objeto establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, sus disposiciones son de orden público es decir de obligatorio cumplimiento y en materia de gestión establece diez instrumentos. Con relación al sector residuos sólidos, esta Ley establece las disposiciones a las que se refiere el cuadro 4.

Cuadro 4. Disposiciones de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Relativas a la Gestión de los Residuos No Peligrosos y Peligrosos.

| | |
|--------------|--|
| Artículo 129 | Las Alcaldías operarán sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos del municipio, observando las normas oficiales emitidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y el Ministerio de Salud (MINSA), para la protección del ambiente y la salud. |
| Artículo 130 | El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de desechos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante los procedimientos técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes. |
| Artículo 131 | Toda persona que maneje residuos peligrosos está obligada a tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias. |
| Artículo 132 | Se prohíbe importar residuos tóxicos de acuerdo a la clasificación de la autoridad competente, así como la utilización del territorio nacional como tránsito de los mismos. |
| Artículo 133 | El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, podrá autorizar la exportación de residuos tóxicos cuando no existiese procedimiento adecuado en Nicaragua para la desactivación o eliminación de los |

| | |
|--|---|
| | mismos, para ello se requerirá de previo el consentimiento expreso del país receptor para eliminarlos en su territorio. |
|--|---|

Decreto 9-96 Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales (julio 1996); En este reglamento se establecen las disposiciones relacionadas con la gestión de los residuos referidos en el cuadro 5. Cuadro 5. Disposiciones del Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales Relacionadas con la Gestión de los Residuos No Peligrosos y Peligrosos.

| | |
|--------------|---|
| Artículo 95 | Para fines del Arto. 129 de la Ley, el MARENA, en coordinación con el Ministerio de Salud y las Alcaldías, emitirá las normas ambientales para el tratamiento, disposición final y manejo ambiental de los desechos sólidos no peligrosos y la correspondiente normativa ambiental para el diseño, ubicación, operación y mantenimiento de botaderos y rellenos sanitarios de desechos sólidos no peligrosos. |
| Artículo 96 | Para efectos del Arto. 130, el MARENA, en coordinación con el Ministerio de Energía promoverá el reciclaje, la utilización y el rehusó de los desechos sólidos no peligrosos. |
| Artículo.97 | MARENA en coordinación con las alcaldías promoverá el reciclaje, la utilización y el rehusó de los desechos sólidos no peligrosos. |
| Artículo 99 | Para fines del Arto. 133, el MARENA establecerá los procedimientos administrativos para la autorización de exportación de residuos tóxicos. |
| Artículo 100 | La emisión de las normas para el control de la cremación de cualquier órgano humano o animal será competencia del MINSA y la incineración de sustancias y desechos peligrosos o potencialmente tóxicos deberá contar con la aprobación del MARENA. |

Decreto No. 394 Disposiciones Sanitarias (Octubre 1998); tiene por objeto establecer las regulaciones para la organización y funcionamiento de las actividades higiénico sanitarias y atribuye al Ministerio de Salud la competencia de

hacer cumplir la ley, coordinar con instituciones pertinentes y dictar las normas técnicas de control de elementos constitutivos del sistema de tratamiento de aguas residuales y de los *residuos sólidos domiciliarios e industriales*.

Decreto No. 432 Reglamento de Inspección Sanitaria (Abril 1999); define la inspección sanitaria como el conjunto de actividades dirigidas a la promoción, prevención, tratamiento y control sanitario del ambiente; estableciendo como objetivo principal el mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias básicas que garanticen el mejoramiento continua de la salud de la población.

Decreto No. 168 Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas (Diciembre 1993); establece el conjunto de normas y disposiciones orientadas a prevenir la contaminación del medio ambiente y sus diversos ecosistemas, proteger la salud de la población ante el peligro de contaminación de las atmósfera, el suelo y las aguas, como consecuencia del transporte, manipulación, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos.

Decreto 45-2005. Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2005-2023) Este instrumento de política desarrolla los elementos conceptuales para avanzar hacia la gestión integral de los residuos sólidos en Nicaragua, con miras a administrarlos de una forma compatible con el medio ambiente y la salud pública.

Tiene como objetivo lograr el manejo integral de los residuos sólidos, no peligrosos y peligrosos, enfatizando en los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir los riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

Ley General de Salud; esta Ley en su título sobre Salud y Medio Ambiente establece que el Ministerio de Salud (MINSAL) en coordinación con las entidades públicas y privadas que corresponda desarrollará programas de salud ambiental y emitirá las normativa técnica sobre Manejo de los Desechos Sólidos; y en el capítulo De los Desechos Sólidos, establece que los mismos se regularán de acuerdo al Decreto 394 "Disposiciones Sanitarias", Ley 217 y su Reglamento, Ley de Municipios y su Reglamento, Normas Técnicas, Ordenanzas Municipales y demás disposiciones aplicables.

NTON 05 014-01 NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS; Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente, la misma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas, que realicen el **manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.**

NTON 05 015 – 01 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS; Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se generen en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios y centros antirrábicos, esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que generen residuos sólidos peligrosos, y a todos aquellos que se dediquen a la manipulación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos en cualquier parte del territorio nacional.

3.6.2. Convenios Internacionales Relacionados con la Gestión de los Residuos Suscritos por Nicaragua.

- ❖ Nicaragua se adhirió al Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos y disposición final de residuos peligrosos mediante Decreto 20/96 de septiembre.
- ❖ Convenio de Cambio Climático, con su Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para reducir la generación y liberación de gases con efecto de invernadero (*como el metano producido por la degradación de residuos orgánicos*).
- ❖ Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes para eliminar o reducir su liberación al ambiente (*por ej. durante la combustión de residuos a cielo abierto o en incineradores*). En materia de Derechos Humanos de la Niñez, Nicaragua ratificó la convención de los derechos del

niño en el año 1990, el Convenio 138 de la OIT en 1981 y el Convenio 182 de la OIT relativo a las Peores Formas de Trabajo Infantil en el año 2000.

3.6.3. Limitaciones del Marco Jurídico Vigente

En resumen: el marco legal de Nicaragua en materia de residuos sólidos presenta múltiples debilidades como;

- ❖ Legislación dispersa e incompleta.
- ❖ Insuficiencia de disposiciones que obliguen al sector privado a participar y contribuir en la mejora de esta problemática.
- ❖ Finalmente lo incompatible que resultan los contenidos legales con las situaciones económica, social y cultural, lo que ha dado lugar al abuso en la expedición de instrumentos administrativos que al final padecen las mismas deficiencias anteriormente señaladas.

IV. DISEÑO METODOLOGICO

El estudio sobre el manejo de los residuos sólidos, realizado en el Recinto Universitario “Rubén Darío”, UNAN-Managua. Fue de carácter descriptivo, ya que se describen y especifican las características, masa, densidad, producción per cápita, propiedades físicas y la situación actual que presenta del manejo de los residuos sólidos. Es de tipo transversal ya que se miden las variables seleccionadas en un período de tiempo establecido (diciembre 2010).

4.1. Universo

La comunidad universitaria está compuesta por las personas que trabajan en las diferentes áreas del recinto universitario tales como, docentes, estudiantes incluyendo becarios y personal administrativo. En la siguiente tabla se detallan las características del personal:

Tabla. 1 Distribución de la Comunidad Universitaria.

| FACULTAD/CENTRO | ESTUDIANTES DE PREGRADO | EST. DE POS-GRADO | DOCENTES | NO DOCENTE | BECADOS INTERNOS |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------|------------|------------------|
| Fac. de educación y idiomas | 6.490 | 52 | 99 | 38 | |
| Fac. de umanidades y cc. Jurídicas | 4.354 | 164 | 74 | 30 | |
| Fac. cc. medicas | 2.699 | 1.596 | 150 | 38 | |
| Fac. cc. conómicas | | | | | 106 |
| Fac. de ciencias | 4.106 | 92 | 109 | 41 | |
| Inst. politécnico de la salud | 3.371 | 92 | 109 | 41 | |
| Preparatoria | 701 | | | | |
| Investigación | 15 | | | | |
| Dirección superior | 25 | | | | |
| Administración central | 511 | | | | |
| Total =24.831 | | | | | |

Fuente: SIU, estadísticas UNAN-Managua 2010.

4.2. Variables del estudio

4.2.1. Variables

- ❖ Caracterización de los residuos sólidos
- ❖ Manejo de los residuos sólidos
- ❖ Composición física (%)
- ❖ Masa (kg)
- ❖ Producción per. Cápita por día (kg/hab./día)

4.2.2. Indicadores

- ❖ Generación
- ❖ Separación
- ❖ Almacenamiento
- ❖ Frecuencia de recolección
- ❖ Tratamiento
- ❖ Disposición final

4.3. Herramientas usadas para realizar la caracterización de los residuos sólidos mediante el método del cuarteo: todas estas herramientas fueron usados para garantizar la seguridad de los trabajadores y el correcto desempeño de las actividades.

Tabla 2. Materiales para el cuarteo.

| NO. | INSTRUMENTOS |
|-----|--|
| 1 | Plásticos negros |
| 2 | Bascula colgante (balanza de reloj) |
| 3 | Escala para medición del peso |
| 4 | Barriles de 55 galones (0.2 m ³) |
| 5 | Guantes de tela |
| 6 | Canastos |
| 7 | Mascarillas |
| 8 | Gabachas |
| 9 | Escobas |
| 10 | Mecate |
| 11 | Pala |
| 12 | Rastrillo |
| 13 | Sacos macen |



Foto tomada por los autores

4.4. Procedimiento para la preparación de la muestra

De cada viaje del tractor seleccionábamos la cuarta parte del contenedor vaciándolo en un plástico negro para evitar que se altere la muestra, procediendo a seccionarlo en cuatro partes iguales haciendo esto hasta obtener un aproximado de 50 kg.

Figura 2. Método del Cuarteo, muestra representativa de los RSM

Fuente: OPS/OMS, (2002).

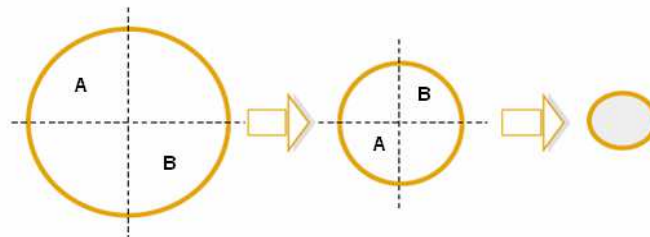


Foto tomada por Gutiérrez, Martínez, PIMARS Totogalpa, Madrid, 2008.

Procediendo a clasificarlos en los siguientes componentes:

- ❖ Materia Orgánica
- ❖ Botellas plásticas
- ❖ Papel de oficina
- ❖ Papel de baño
- ❖ Metales
- ❖ Plástico menor
- ❖ Poroplast
- ❖ Cartón
- ❖ Vidrio
- ❖ Tela

❖ Laboratorio

Una vez seleccionados se comenzó a pesar en una balanza de reloj, llevando el control en una ficha. Para determinar la composición física de los residuos sólidos. Luego se comenzó con el cálculo de la densidad de la siguiente manera.

Calculo de la Densidad: Para la determinación de las variables: Masa, Volumen y Densidad, se empleó un barril plástico, con capacidad de 0.2 m³.

Primeramente se pesó el recipiente vacío y se registró el dato. Posteriormente se depositaron los residuos en el recipiente hasta llenarlo, zarandeándolo de manera que se llenaran los espacios vacíos.

Se midió el espacio vacío del recipiente hasta el borde y se procedió a pesarlo y registrar el dato. El peso real de los residuos se obtuvo por diferencia entre el peso del recipiente vacío y el peso del mismo estando lleno.

$$\text{Volumen del barril} = \pi \cdot h \cdot r^2$$

Seguidamente con el peso real de los residuos, se calculó la densidad de los residuos dividiendo el peso de estos entre el volumen del recipiente:

$$\text{Densidad (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{PB Lleno (kg)} - \text{PB Vacío (kg)}}{\text{VB (m}^3\text{)}}$$

PB Lleno= Peso Barril Lleno

PB Vacío= Peso Barril Vacío

V.B. =Volumen del Barril = 0.2 m³ (constante)

PPC: Producción per cápita

Obtención de la Generación per cápita: La generación per cápita es la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro se encuentra en función de otros factores tales como: época del año, costumbres de la población, nivel de ingresos y actividades económicas, entre otras.

$$\text{PPC(KG/HAB./DÍA)} = \frac{\text{CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS RECOLECTADOS (KG/DÍA)}}{\text{POBLACIÓN ATENDIDA POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN (HAB. /DÍA)}}$$

4.5. Aspectos técnicos-operativos del servicio: Durante ésta parte del diagnóstico se emplearon herramientas metodológicas para generación y búsqueda de información que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Métodos de Investigación

| MÉTODOS | INSTRUMENTOS | SUJETO/OBJETO DE ESTUDIO |
|--------------------------------|--|--|
| Entrevista | Formulación de preguntas | Responsable de Intendencia |
| Entrevista | Formulación de preguntas | Responsable de jardinería |
| Entrevista | Formulación de preguntas | Personal de jardinería y recolectores de residuos sólidos |
| Observación in situ | Guía de observación | Manejo de los residuos sólidos |
| Entrevista | Formulación de preguntas | Responsables de laboratorios, bares y centros de copia |
| Análisis de desechos "cuarteo" | Guía de clasificación y medición de los desechos sólidos | Todos los desechos sólidos generados en el RURD UNAN-Managua |

Todos estos instrumentos están en el anexo 3.

Los aspectos técnicos – operativos del servicio, incluyen el desarrollo de las siguientes etapas numeradas a continuación;

- ❖ Almacenamiento de los residuos
- ❖ Limpieza y traslado
- ❖ Recolección y transporte
- ❖ Tratamiento y Disposición final

Los datos obtenidos es la información son los principales aspectos que integran el análisis del "FODA" efectuado. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazadas.

V. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presenta a continuación análisis y discusión de los resultados de la investigación, atendiendo al orden de los objetivos planteados y al diseño metodológico.

5.1. Diagnóstico situacional sobre la gestión de residuos sólidos

El presente capítulo se muestra dividido en tres acápite para efectos de mayor entendimiento. En el primero se muestran los resultados sobre características de los residuos (PPC, producción total, composición física, densidad). En el segundo, información sobre aspectos técnicos-operativos ligados al sistema de limpieza y recolección y por último los resultados del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), efectuado.

5.1.1. Características de los residuos

Bajo el título de características de los residuos, se presenta información específica sobre Producción Per-cápita y total, una tabla de proyección de generación de residuos sólidos calculada a 5 años, composición física y densidad de los residuos. Los datos que se presentan a continuación, son resultado obtenidos por el Ing. Cesar Pereira en la semana del 6 al 11 de diciembre del 2010.

5.1.1.1. Producción per cápita.

Gracias a los datos proporcionados (actualizados) por el responsable del tratamiento final de los residuos, se logro el cálculo de los mismos, dando como producción por habitante en un día = 0.063 kg/hab./día. En la tabla se presentan detalladamente todos los residuos clasificados.

Tabla 4. Producción Per Cápita

| RESIDUOS SÓLIDOS | MASA (KG) | PPC (KG/DÍA/HAB.) |
|--------------------|-----------|-------------------|
| Materia orgánica | 930,77 | 0,0359 |
| Botellas plásticas | 210.65 | 0,0081 |
| Papel de oficina | 140.43 | 0,0054 |
| Papel de baño | 70.22 | 0,0027 |
| Metales | 70.22 | 0,0027 |
| Plástico menor | 70.22 | 0,0027 |
| Poroplast | 70.22 | 0,0027 |
| Cartón | 21.05 | 0,0008 |
| Vidrio | 21.05 | 0,0008 |
| Tela | 10.00 | 0,0004 |

| | | |
|------------------|----------------|--------------|
| Laboratorios | 7.03 | 0,0003 |
| PPC Total | 1621.91 | 0,063 |

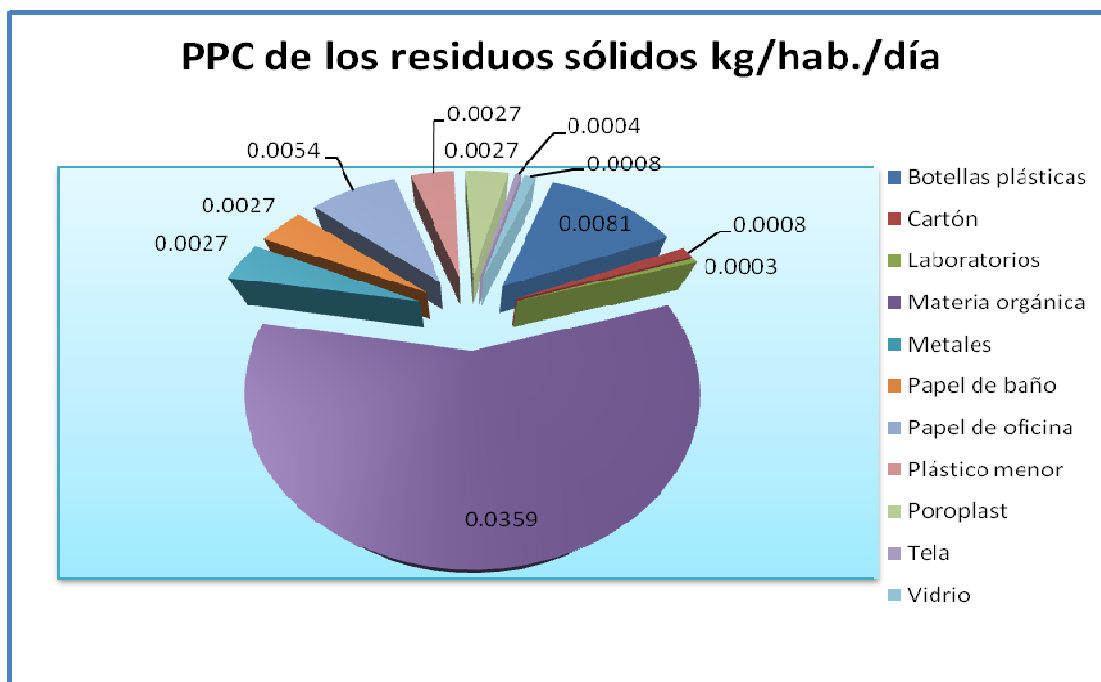


Gráfico 1. La producción per cápita de los residuos sólidos del RURD.

El componente más significativo es el orgánico con gran potencial para la elaboración de abono orgánico mediante el compostaje específicamente el **(Proceso Indore (Bangalore))** por el bajo costo de implementación y operación.

Las botellas plásticas, cartón, vidrio, papel blanco son residuos que pueden ser aprovechados mediante la comercialización para el reciclaje. Todos estos residuos pueden generar recursos económicos para el manejo de los mismos.

5.1.1.2. Estimados de producción de residuos para los próximos 20 años

La gestión de alternativas para tratamiento de residuos a largo plazo, depende en gran medida de la información de base disponible, (producción actual total, unitaria y composición física) e información sobre las mismas variables proyectadas a futuro. Por tanto, en la tabla número 4 se muestra una proyección sobre producción total de residuos calculada a 20 años, incluido valores de crecimiento absoluto de la variable PPC para la misma escala temporal. Es esta tabla se establece también el concepto de la "Masa de diseño", la cual permitirá definir las área para el almacenamiento de los residuos. Esta masa es el producto de la población futura por la producción percapita en unidades de Toneladas por año.

Tabla 5. Proyección geométrica de la comunidad universitaria

Tasa de crecimiento del 4%
Ecuación $P_n = P_o + (1+r)^n$

| Año | Población Futura | Producción percapita de desechos | Masa de diseño (Ton/año) |
|------|------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 2010 | 24,831.00 | 0.063 | 570.99 |
| 2011 | 25,824.24 | 0.064 | 603.25 |
| 2012 | 26,857.21 | 0.065 | 637.19 |
| 2013 | 27,931.50 | 0.066 | 672.87 |
| 2014 | 29,048.76 | 0.067 | 710.39 |
| 2015 | 30,210.71 | 0.068 | 749.83 |
| 2016 | 31,419.14 | 0.069 | 791.29 |
| 2017 | 32,675.90 | 0.070 | 834.87 |
| 2018 | 33,982.94 | 0.071 | 880.67 |
| 2019 | 35,342.26 | 0.072 | 928.79 |
| 2020 | 36,755.95 | 0.073 | 979.36 |
| 2021 | 38,226.18 | 0.074 | 1,032.49 |
| 2022 | 39,755.23 | 0.075 | 1,088.30 |
| 2023 | 41,345.44 | 0.076 | 1,146.92 |
| 2024 | 42,999.26 | 0.077 | 1,208.49 |
| 2025 | 44,719.23 | 0.078 | 1,273.16 |
| 2026 | 46,508.00 | 0.079 | 1,341.06 |
| 2027 | 48,368.32 | 0.080 | 1,412.35 |
| 2028 | 50,303.05 | 0.081 | 1,487.21 |
| 2029 | 52,315.17 | 0.082 | 1,565.79 |
| 2030 | 54,407.78 | 0.083 | 1,648.28 |
| 2031 | 56,584.09 | 0.084 | 1,734.87 |

5.1.1.3. Composición Física de los residuos.

Vista la producción de residuos sólidos desde un punto de vista de su composición física, el componente con mayor porcentaje de generación fue materia orgánica representada por un 57%, seguido de las botellas Pet. Con 13%, y papel de oficina 9% respectivamente. En el gráfico No. 2 se puede apreciar la distribución porcentual (valor) de la composición física de los residuos.

Tabla 6. Componentes individuales.

| RESIDUOS SÓLIDOS | MASA (KG/DÍA) |
|--------------------|----------------|
| Materia orgánica | 930,77 |
| Botellas plásticas | 210.65 |
| Papel de oficina | 140.43 |
| Papel de baño | 70.22 |
| Metales | 70.22 |
| Plástico menor | 70.22 |
| Poroplast | 70.22 |
| Cartón | 21.05 |
| Vidrio | 21.05 |
| Tela | 10 |
| Laboratorios | 7.03 |
| Total | 1621,91 |

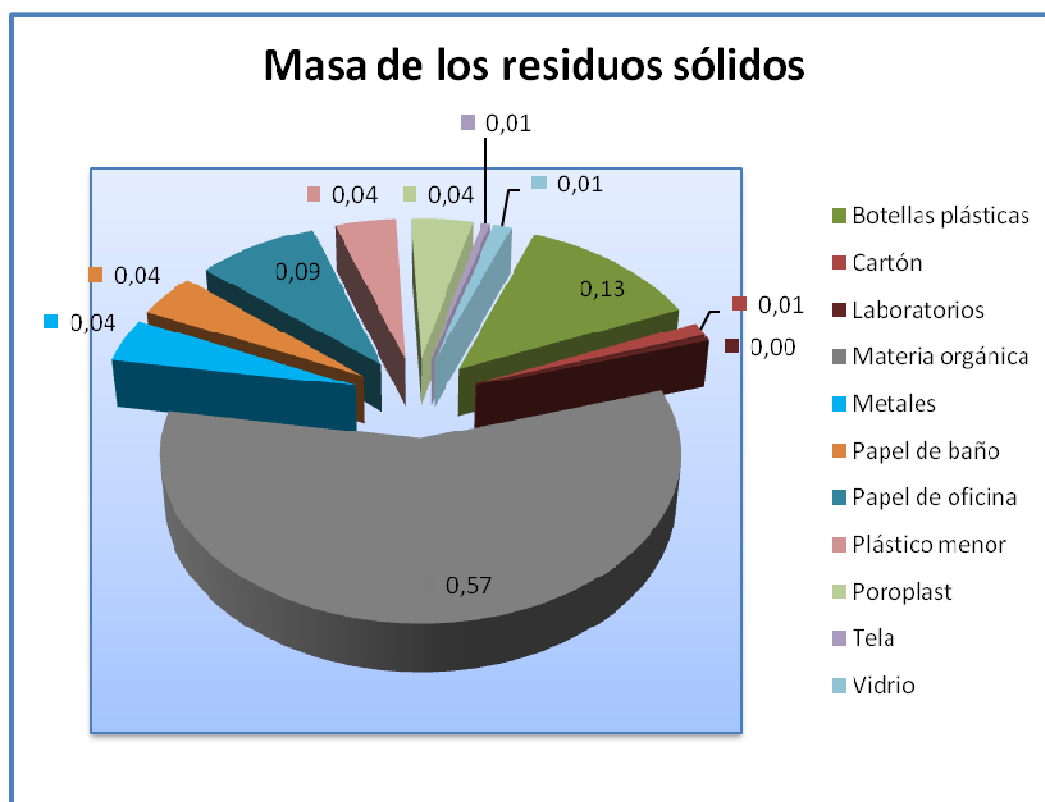


Gráfico 2. Distribución porcentual de la composición física.

Cabe destacar que el componente plástico fue separado y clasificado en 2 categorías en base a su nombre genérico (Polietileno de baja densidad **PEBD**,

Polietileno Tereftalato **PET**), con el fin de registrar de manera independiente el peso de cada uno, para posteriormente calcular el porcentaje de generación.

5.1.1.4. Densidad de los residuos

La densidad promedio de los residuos sólidos estudiados en el “RURD” fue de 142.64 Kg. /m³. En la tabla No. 5 se muestran los valores estimados para la densidad.

Tabla No. 7: Densidad de los residuos sólidos del RURD, 2010.

| Residuos Sólidos | Densidad kg/ m ³ |
|--------------------|-----------------------------|
| Materia orgánica | 198,53 |
| Botellas plásticas | 35,4 |
| Papel de oficina | 19,72 |
| Papel de baño | 144,46 |
| Plástico menor | 53,6 |
| Poroplast | 13,12 |
| Vidrio | 533,63 |
| Total | 998,46 |

Fuente: Ing. Cesar Pereira, Diciembre 2010

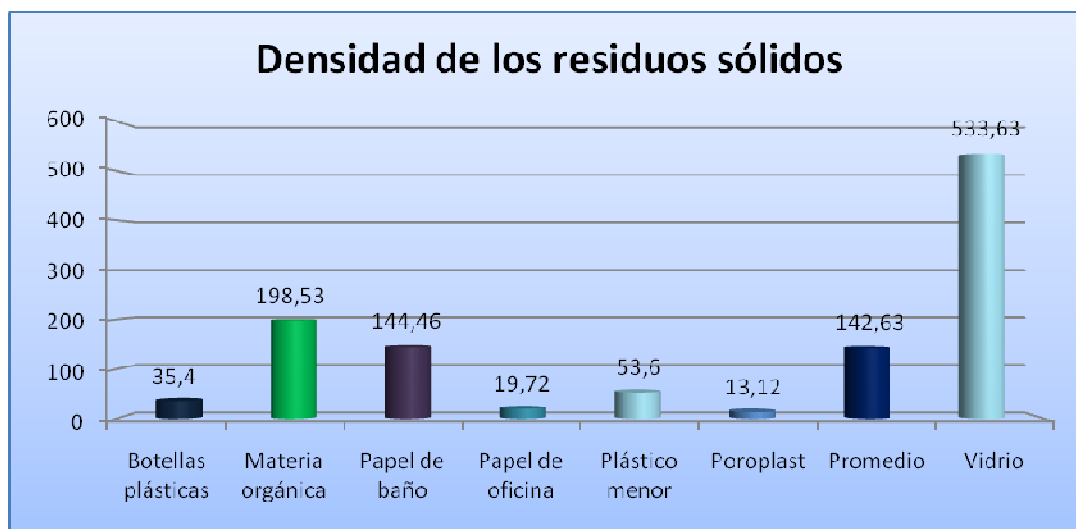


Grafico 3. Los porcentajes de masa de los diferentes residuos sólidos del RURD

Los aspectos técnicos-operativos vinculados del servicio que se presentan en este apartado, están relacionados a las formas de almacenamiento internas de los residuos, barrido de andenes y áreas verdes, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

5.1.2.1. Sistema de limpieza

El servicio de limpieza y recolección en el "RURD" está a cargo de la Intendencia. La misma nombra a una persona para lograr tal fin, que tiene la responsabilidad de organizar, distribuir y controlar el personal a su cargo, que está conformado por cuatro equipos encargados de realizar labores específicas. Estos se describen a continuación:

- ❖ Aseadoras y de campo: Esta fuerza de trabajo está formada por cincuenta seis (56) personas encargadas de la limpieza de: auditorios, aulas de clases, sala de medios, laboratorios y los pasillos.
- ❖ Grupo de campo: Este equipo está conformado por veintiséis (26) personas que se encargan de limpieza de áreas verdes, jardinería y trasladan los residuos a los barriles metálicos que se encuentran más cercanos a su área de trabajo.
- ❖ Supervisores: Lo conforman dos (2) personas encargadas de supervisar que las aseadoras y el grupo de campo realicen las actividades antes señaladas.
- ❖ Equipo de recolección: Está conformado por el conductor del tractor y tres cargadores que tienen como responsabilidad la recolección de todos los residuos generados en Recinto Universitario Rubén Darío y el traslado hasta el sitio de clasificación.



Foto tomada por Espinal, Felipe ,2011.Recolectores de los RS

Nota: los diferentes departamentos del recinto tienen a cargo de la limpieza interna a un conserje.

Grupo de campo: Este grupo está realizando sus labores, pese a algunas dificultades ocasionadas por la topografía irregular, carencia de ramplas que faciliten el traslado de los residuos, ausencia de equipos que les permita trasladar los residuos que se encuentran en los recipientes metálicos entre pabellones. Para realizar esta labor sólo disponen de sacos macen; lo cual provoca que no se optimicen el tiempo, ni los recursos humanos y económicos.

Equipo de recolección: Está integrado por un conductor y tres cargadores. La recolección se comienza a las 6:00 am hasta las 12:00 pm en todo el recinto de lunes a sábado y día por medio de 1:00 pm a 2:00 pm se recolecta los residuos del comedor con una cobertura de 60% de las 1621.99 kg promedio que son generados todos los días. La recolección se realiza a través de un remolque con capacidad de 6.23 m³ halado por un tractor belarus de los años 70.

La cobertura de 100% en la recolección, no se logra por los siguientes factores:

- ❖ Fallas mecánicas constantes del tractor.
- ❖ El tractor no es exclusivo para labores de recolección.
- ❖ No hay rutas definidas de recolección.
- ❖ Dificil acceso a ciertos puntos en los pabellones.
- ❖ El vaciado de los barriles metálicos es lento debido a su peso.
- ❖ Falta de rodamiento de los recipientes.
- ❖ El personal de recolección es utilizado para otras labores.

Debido a todo los factores expuestos y a la falta de un itinerario del tractor no se tiene un tiempo efectivo de los diferentes recorridos solo una estimación que oscila

de entre (60 y 90) minutos, es por eso en el presente trabajo se propondrán rutas específicas.

5.1.2.2. Clasificación: Actualmente son clasificados en orgánicos e inorgánicos dentro de este es aprovechado botella plástica pet. Para lograr clasificarlos cuentan con losa de concreto de (5x5) metros y algunas herramientas manuales.

Los residuos orgánicos están siendo aprovechados en la elaboración de compost (artesanalmente), este abono es utilizado en el vivero de la misma universidad. Las botellas plásticas están siendo comercializadas. El vidrio y cartón no están siendo aprovechados actualmente y los otros residuos están siendo incinerados. Todo esto se está haciendo de una forma artesanal.



Foto tomada por Espinal, Felipe, 2011. Área de descarga y clasificación

En una auditoría interna hecha con estudiantes de biología, se constato que los laboratorios del polisal y bioanálisis clínico están dando tratamiento a los residuos peligrosos que ellos producen, pero con una gran dificultad por que no cuentan con un horno adecuado para la incineración.



Foto tomada por Espinal, Felipe ,2011. Horno que es usado por los laboratorios ya mencionados

Actualmente está siendo usado el horno se encuentra en el área de clasificación, pero cabe destacar las siguientes deficiencias:

- ❖ No posee domo.
- ❖ Carece de chimenea.
- ❖ Carece de puertas forjadas de acero.
- ❖ No está construido con ladrillos refractarios.



Foto tomada por Espinal, Felipe ,2011. Horno de incineración

5.1.2.3. Seguridad e higiene de los trabajadores

Los trabajadores involucrados en la recolección de los residuos sólidos cuentan con los equipos necesarios para desempeñar sus labores, sin embargo algunos no hacen uso de estos. Cabe mencionar que cuentan con seguro médico y tiene el beneficio adicional de ser atendidos en la clínica Universitaria ubicada en la colonia Miguel Bonilla.

Los trabajadores encargados de clasificar los residuos sólidos cuentan con el equipo necesario para realizar sus actividades y son responsables al usarlo por seguridad. Es importante destacar que el Ingeniero encargado del proyecto de tratamiento de residuos sólidos está gestionando para que los trabajadores tengan los beneficios que gozan los empleados de la UNA N-Managua.



Foto tomada por Espinal, Felipe ,2011. Trabajadores clasificando los rs

5.1.2.4. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Con el objetivo de disponer un plan de gestión integral de residuos sólidos que contribuya entre otros aspectos, a una mejora continua del almacenamiento y recolección, se han identificado una serie de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en el ámbito Institucional, las mismas que se presentan en la tabla No.

Tabla No.8: Resultados del Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

| Fortalezas | Oportunidades | Debilidades | Amenazas |
|---|--|---|--|
| Personal especializado a lo interno de la Universidad en gestión y manejo de residuos sólidos. | Voluntad de los académicos en colaborar en el manejo integral de los residuos sólidos. | Falta de una estructura integral que se encargue de la planeación y desarrollo del manejo adecuado de los residuos. | El personal asignado a la limpieza y recolección es utilizado en actividades ajenas a lo antes mencionado. |
| La universidad recibe fondos del Presupuesto de la República de Nicaragua. | Existencia de un consejo universitario con la capacidad de asignar recursos financieros. | Carece de infraestructura, maquinarias y equipos. | Carencia de un plan de contingencia en caso de daño permanente del único tractor disponible para la recolección lo cual provocaría grandes acumulaciones de basura e incrementaría los riesgos de contraer enfermedades relacionadas con la misma. |
| El gerente del proyecto de tratamiento final de los residuos sólidos es especialista ambiental. | Crecimiento de la demanda de residuos reciclables. | Tractor utilizado en la recolección genera altos costos de mantenimiento debido a que ya ha dado su vida útil. | |
| | Mercado no saturado en abonos orgánicos. | Falta de personal operativo capacitado en la materia. | |
| | Existencia en el país de organismos no | Inexistencia de rutas | Crecimiento de la |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <p>gubernamentales que pueden financiar el proyecto.</p> <p>Hermanamientos de la UNAN con universidades extranjeras.</p> | <p>definidas de recolección.</p> <p>Los recipientes de almacenamiento son pequeños</p> | <p>comunidad universitaria, pero no de la capacidad instalada para el manejo de los residuos desembocando en resultados deficientes.</p> <p>Débil manejo de residuos biológicos infecciosos en los laboratorios de medicina.</p> <p>Falta de una cultura de aseo y de responsabilidad por los desechos generados a nivel de individuos.</p> <p>Poca participación de la comunidad universitaria en el manejo de residuos sólidos.</p> |
|--|--|--|---|

5.2. Plan Integral de gestión ambiental de residuos sólidos institucional PIGARS, recinto universitario Rubén Darío.

5.1. Presentación

El presente plan integral de gestión ambiental de los residuos sólidos (PIGARS, RURD), tiene como objetivo principal: *Diseñar un plan para la gestión integral de los residuos sólidos institucionales del área del RURD-UNAN, Managua.*

El PIGARS-RURD, pretende disminuir los impactos del proceso de deterioro ambiental ligado directamente a la generación de residuos sólidos. Esto se logrará mediante la ejecución de las actividades o acciones propuestas, las cuales traerán además, oportunidades y beneficios para el Gobierno Municipal (Alcaldía), y en especial para la población en general.

La estructura del plan obedece a una planificación lógica y concatenada, que va de lo general a lo particular: Objetivos y alcances, lineamientos estratégicos, plan de acción, y estrategia de implementación y seguimiento al PIGARS.

El principal resultado que muestra el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, PIGARS-RURD (2011-2016), es el **Plan de Acción**, el cual está estructurado por un conjunto de programas dirigidos a la mejora de las debilidades identificadas a través del diagnóstico. Dichos programas son la expresión textual de los **Lineamientos Estratégicos** definidos, de los cuales se derivan el conjunto de actividades que integran el plan de acción.

5.2. Objetivos y alcances del PIGARS.

5.2.1. Objetivos del PIGARS-RURD

Objetivo General

Lograr el manejo integral de los residuos sólidos en el Recinto Universitario Rubén Darío.

Objetivos Específicos

- ❖ Coordinar acciones con la vice-rectoría académica, administración, responsable del proyecto de tratamiento y las facultades con la finalidad de contribuir a la ejecución eficiente del plan de acción del PIGARS-RURD.
- ❖ Proponer la creación de una estructura multidisciplinaria que involucre a todos los actores que generan residuos sólidos, con el fin de mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad universitaria mediante la gestión y manejo adecuado, eficaz y eficiente de los volúmenes de residuos sólidos que se generan a diario.
- ❖ Optimizar el aprovechamiento de los recursos, fomentando la separación en la fuente, el rehúso y el reciclado de los diversos componentes de los residuos sólidos, e incentivar la participación de todos los sectores, en la prevención, valorización y el manejo integral de los mismos.
- ❖ Proteger la salud de la comunidad universitaria.
- ❖ Mejorar la infraestructura y equipos relacionados con el manejo de los residuos sólidos.

5.2.2. Alcances del PIGARS-RURD

Para cumplir los objetivos propuestos en el PIGARS-RURD, se desarrollara en un periodo de 5 años.

5.2.3. Área a Considerar

El área geográfica que abarca el plan de manejo de los residuos sólidos comprende todo el recinto universitario Rubén Darío, Arlen Siu, comedor universitario y veintiséis casas de la colonia Miguel Bonilla. La población de la comunidad universitaria es de 24.831 personas.

5.2.4. Visión del PIGARS

Hacer de la universidad un lugar más limpio, de modo que mejore notablemente su aspecto e incida de manera positiva en la prevención de enfermedades asociadas al mal manejo de los residuos sólidos.

5.2.5. Lineamientos Estratégicos

Para la implementación efectiva del Plan Integral de Gestión ambiental de Residuos Sólidos, se han planteado cinco (5) Lineamientos Estratégicos, los que están orientadas a asegurar el logro de los objetivos que se persiguen, tomando en cuenta la realidad económica y ambiental de la Universidad, así como el marco jurídico nacional para dar respuesta a la creciente necesidad de manejar y disponer adecuadamente los residuos sólidos de la Institución.

Los Lineamientos Estratégicos planteados son:

Lineamientos Estratégicos 1: Fortalecimiento Gerencial y Organizativo.

Una estructura gerencial integrada de residuos sólidos deberá garantizar la eficiencia y eficacia de sus acciones, lo cual requiere que en la solución de los problemas identificados en el diagnóstico, se conjuguen los esfuerzos del Vicerrectoría académica, responsable del tratamiento de los residuos, administración, las facultades, centros de investigación, CDI, responsable de los becados internos y UNEN. Todos los esfuerzos que se hagan, deberán tener como objetivo fundamental incidir positivamente en las diferentes etapas de la gestión integral de los residuos sólidos institucionales, con el fin de optimizar, potenciar esfuerzos y recursos para garantizar la salud de la comunidad universitaria.

La jerarquía de toma de decisiones desde la aprobación del instrumento de planificación por el Concejo Universitario, asignación de recursos financieros para ejecutar el Plan Integral de Gestión ambiental de Residuos Sólidos, asignación de presupuesto a la Administración para la capacitación a los operarios del servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, por parte de la estructura de profesionales formada por los actores antes mencionados, dotación de utillajes para el efectuar el proceso, equipo de protección y sensibilización a la población. Esta línea estratégica, plantea las actividades de fortalecimiento al sector gerencial-organizativo y para su ejecución y la coordinación interna, esperando obtener los resultados planificados y esperados.

Línea Estratégica 3: Educación de la Comunidad Universitaria.

La educación y sensibilización de la Comunidad Universitaria es el principal y primer instrumento que se debe aplicar para lograr que las personas coopere y sea partícipe de las diferentes actividades que conlleva el manejo integral de los residuos sólidos en el RURD-Universidad.

El propósito es que la Comunidad Universitaria forme una cultura de reducción en el origen, clasificación en la fuente, almacenamiento, aprovechamiento, presentación y disposición adecuada de los residuos sólidos, según la normativa que se establezca, se pretenden diseñar y ejecutar estrategias basadas en informar y educar a las personas para manejar integralmente los residuos sólidos.

Es importante incorporar el tema del manejo integral de los residuos sólidos en los proyectos (ambientales) que se realicen en la Universidad, diseñando manuales de procedimientos para la reducción, clasificación, almacenamiento y presentación de los mismos para todos los generadores, basado en una caracterización de los sectores con gran índice de producción, emprendiendo programas de incentivos que estimulen la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos.

Los Medios de Información: los adelantos tecnológicos en la informática es una excelente herramienta para comunicarse con los diferentes actores involucrados, convocando a reuniones que faciliten la creación, organización y planeación de equipos de trabajos, jornadas de limpiezas, ferias medioambientales, seminarios de capacitación orientados al manejo adecuado de los residuos sólidos.

Lineamiento Estratégico 3: Salud e Higiene Laboral.

Para garantizar la salud e higiene laboral, es necesario dotar y exigir a los operarios el uso del equipo de protección al momento de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos; así como el uso correcto de las herramientas y la buena manipulación de los residuos en el proceso.

El componente de capacitaciones continuas a los operarios, es importante para que el manejo integral de los residuos sólidos sea más eficiente, partiendo desde la seguridad de los manipuladores.

La coordinación interinstitucional, es clave para efectuar estas actividades, sobre todo con el MINSA quien por ley es el coordinador de la salud pública.

Lineamiento Estratégico: Residuos Biológicos - Infecciosos.

Es de vital importancia que los directores de los laboratorios de medicina, bioanálisis clínico y el polisal asignen un área donde almacenar los residuos mencionados de acuerdo a la normativa *NTON 05 015 – 01 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS*.

Lineamiento Estratégico 4: Valorización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Para lograr el aprovechamiento e incorporación al ciclo productivo de los residuos sólidos es indispensable la participación de la comunidad Universitaria en la gestión de los residuos sólidos, es importante promover la separación en la fuente y la creación de estaciones de transferencia.

A si mismo Investigar qué residuos tienen demanda, que permita realizar la correcta clasificación para maximizar su aprovechamiento económico y ambiental.

Lineamiento Estratégico 5: Disposición Final.

Es necesario la creación de una estructura que se encargue de investigar los adelantos científicos en la materia y un monitoreo constante del desempeño de cada una de las fases que comprende el manejo y gestión que garantice eficientemente el tratamiento final de los residuos sólidos con el menor impacto al medioambiente. Es claro que debe definirse los costos de operación y los alcances con que se cuenta e indudablemente buscar alianzas con organismos no-gubernamentales que permitan el cumplimiento de los objetivos que se haya planteado.

Oportunidades del PIGARS-RURD


Existen varios factores internos y externos que pueden facilitar el desarrollo y mantenimiento de PIGARS-RURD. Los más importantes son:

- ❖ La existencia en el país de un aumento en la demanda de plástico, papel, aluminio y vidrio para el reciclaje.
- ❖ Un mercado nacional de abono orgánico no saturado.
- ❖ Personal especializado a lo interno de la Universidad.


- ❖ Financiamientos disponibles para proyectos amigables con el medio ambiente por parte organismos no gubernamentales.
- ❖ Personal capacitado en todas las disciplinas.
- ❖ Aprovechar la organización de cada facultad para promover la educación ambiental.


5.3. Plan de acción


| | | | | |
|---|---|-------------------------------|--|--|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | FIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Fortalecimiento a la Gestión Institucional | | | | |
| Objetivo: | Fortalecimiento de las capacidades técnica-operativas y administrativas a la administración en materia de Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Aumentar la cobertura de recolección mediante la construcción de estaciones de transferencias. | | | |
| Meta 2: | Reemplazar los recipientes obsoletos ubicados entre pabellones. | | | |
| Meta 3: | Cumplir con las rutas de recolección definidas. | | | |
| Indicador 1: | Estaciones de transferencia construida. | | | |
| Indicador 2: | 158 recipientes comprados y colocados en los pasillos de los pabellones. | | | |
| Indicador 3: | Itinerario de rutas cumplido. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 3 | Construir estaciones de transferencia. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Planta física Intendencia y supervisores | Planta física Intendencia y supervisores |
| 4 | Colocar dos recipientes en cada pasillo de los pabellones. | Enero 2012- Diciembre 2012 | | |
| 5 | Supervisar diariamente el cumplimiento del itinerario. | 2012 – 2017 | | |


| | | | | |
|---|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|  | <p align="center">PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS</p> | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Fortalecimiento a la Gestión Institucional | | | | |
| Objetivo: | Fortalecimiento de las capacidades técnica-operativas y administrativas a la administración en materia de Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Establecer control sistemático de las actividades de limpieza, almacenamiento, recolección y tratamiento final. | | | |
| Meta 2: | Crear programas de incentivos a los conserjes, equipo de campo y operarios para garantizar mayor eficiencia en la clasificación, almacenamiento y recolección. | | | |
| Indicador 1: | Implementadas 6 actividades de control durante el primer año en el sistema de gestión de residuos sólidos. | | | |
| Indicador 2: | Entrega de estímulos (bono) semestralmente a los/as mejores destacados/as de los conserjes, equipo de campo y los operarios. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1 | Monitoreo del tiempo efectivo del barrido y traslado de los residuos a las estaciones de transferencia. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Intendencia y supervisores | Intendencia y supervisores |
| | Monitoreo del tiempo efectivo de la trayectoria al camión recolección entre parqueo a primera estación de transferencia y a la planta de tratamiento. | Enero 2012- Diciembre 2012 | | |
| 2 | Estímulo económico en base al rendimiento. | 2012 – 2017 | | |


| | | | | |
|---|--|---------------------------|---|--|
|  | <p align="center">PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS</p> | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Fortalecimiento a la Gestión Institucional | | | | |
| Objetivo: | Fortalecimiento de las capacidades técnica-operativas y administrativas a la administración en materia de Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Crear una instancia administrativa para el gerenciamiento de los residuos sólidos a lo interno del "RURD", con estructura y funciones definidas. | | | |
| Meta 2: | Involucrar a los todos los actores en el desarrollo del Plan de Acción | | | |
| Meta 3: | Gestionar recursos financieros para la ejecución del Plan de Acción. | | | |
| Indicador 1: | Instancia creada | | | |
| Indicador 2: | Formulada e implementada una estrategia de comunicación y divulgación interfacultativo. | | | |
| Indicador 3: | El apoyo de al menos un organismo de cooperación. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 6 | Agendar reuniones para crear la instancia y definir las funciones a desempeñar. | Enero 2012 | Vice-rectoría académica Instancia Admón. El Consejo Universitario | Facultades Administración Estructura Multidisciplinaria Consejo Universitario |
| 7 | Definir una estrategia interfacultativo de comunicación, divulgación y sensibilización a la comunidad universitaria. | Enero 2012-Diciembre 2012 | | |
| 8 | Someter el Plan de Acción a la mesa de cooperación con ONG'S, universidades extranjeras y otras instituciones nacionales e internacionales. | Enero 2012-Diciembre 2012 | | |


| | | | | |
|---|--|----------------------------------|-------------------------|--------------------|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Capacitación y Educación Ambiental | | | | |
| Objetivo: | Sensibilizada e integrada la comunidad universitaria en el proceso del Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Incorporar a la comunidad universitaria en la solución de los problemas. | | | |
| Meta 2: | Implementar acciones en Educación Ambiental | | | |
| Indicador 1: | Comunidad universitaria incorporada. | | | |
| Indicador 2: | Acciones implementada | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1 | Impartir cursos de capacitación durante el primer año al personal de recolección, tratamiento final y a los maestros. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Instancia Admón. | Instancia Admón. |
| 2 | Formar una comisión de trabajo encargada de elaborar, organizar y planificar manuales, folletos, ferias ambientales, campañas de limpieza en el manejo integral de los residuos sólidos. | Enero 2012- Diciembre 2012 | | |

| | | | | | |
|---|--|-------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | | Código: | FIGARS |
| | | | | Fecha: | |
| | | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Salud y Higiene Laboral | | | | | |
| Objetivo: | Garantizada y monitoreada la Salud y la Seguridad Laboral de los operarios del sistema de recolección de los residuos sólidos del universitario. | | | | |
| Meta 1: | Garantizar la seguridad laboral del personal del sistema del Manejo Integral de Residuos Sólidos. | | | | |
| Meta 2: | Monitorear el estado de salud de todo el equipo de recolección de residuos sólidos, incluyendo al conductor. | | | | |
| Indicador 1: | Garantizada la entrega del equipo de protección en tiempo y forma (guantes, mascarillas, chaleco lumínico, fajones anti hernia, sombrero, uniforme, capotes, palas, rastrillos, escobas, carretillas, azadones, barras). | | | | |
| Indicador 2: | Realizados 2 chequeos médicos a los operarios del servicio de recolección anuales en el Centro de Salud. | | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores | |
| 1 | Compra y entrega del equipo necesario para garantizar seguridad laboral de los operarios durante las jornadas de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos universitario. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Intendencia MINSA | Intendencia MINSA | |
| 2 | Elaborar los procedimientos internos, para la realización de los chequeos médicos periódicos al personal vinculado con los residuos sólidos. | Enero 2012- Diciembre 2017 | | | |

| | | | | |
|--|---|----------------------------------|--|----------------------------|
|  | <p align="center">PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS</p> | | Código: | FIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| <p align="center">Programa de Capacitación y Educación Ambiental (Residuos biológico – infecciosos)</p> | | | | |
| Objetivo: | Sensibilizada e integrada la comunidad universitaria en el proceso del Manejo Integral de los Residuos Sólidos. | | | |
| Meta 1: | Fortalecer el manejo seguro de los residuos biológico-infecciosos | | | |
| Indicador 1: | 2 Talleres realizados con el personal de Salud. | | | |
| Indicador 2: | 2 Capacitaciones realizadas en el primer año de ejecución del Plan. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1 | <p>Estructurar e implementar talleres para el manejo seguro de los residuos biológico-infecciosos generados en el puesto de los laboratorios de medicina, bioanálisis clínico y el polisal.</p> <p>Implementar capacitaciones sobre la importancia y uso exigido de los equipos de protección al personal de limpieza en el manejo exclusivo de los residuos patológicos y especiales.</p> <p>Implementar capacitaciones sobre la clasificación en la fuente de los residuos comunes, patológicos y especiales.</p> | Enero 2012- Diciembre 2012 | Dirección Centro de Salud Instancia Admón. | Comunidad universitaria |

| | | | | |
|---|---|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos e inorgánica | | | | |
| Objetivo: | Diseñar una planta de tratamiento para el manejo de los residuos sólidos. | | | |
| Meta 1: | Diseñar la planta con la infraestructura necesaria para el aprovechamiento de los residuos. | | | |
| Meta 2: | Realizar estudios técnicos pertinentes para la instalación de la Planta de Compostaje. | | | |
| Meta 3: | Instalación de la Planta de Compostaje. | | | |
| Indicador 1: | Planta diseñada. | | | |
| Indicador 2: | Realizado 1 estudio técnico de pre-factibilidad de la Planta de Compostaje. | | | |
| Indicador 3: | Planta instalada. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1 | Realizar el diseño y posterior dibujos de planos constructivos. | marzo 2011 | Egresados de la carrera de Ing. Civil | Universitarios |
| 2 | Desarrollar un estudio de pre-factibilidad técnica, económica y ambiental para la construcción de una Planta de Compostaje. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Estudiantes de ciencias económicas | Facultad de economía |
| 3 | Terreno propuesto para la construcción de la planta de producción de abono en el costado sur del vivero. | Enero 2012- Diciembre 2017 | Proyectos de la UNAN-Managua | Ingenieros y Arquitectos |

| | | | | |
|---|---|-------------------------------------|---|--------------------|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Inorgánicos | | | | |
| Objetivo: | Aprovechar residuos sólidos orgánicos mediante la técnica de compostaje que se generan en el recinto que representan el 58% del total producido. | | | |
| Meta 1: | Planta de Compostaje produciendo abono orgánico. | | | |
| Meta 2: | Reducir la contaminación del Medio Ambiente. | | | |
| Indicador 1: | Abono orgánico producido. | | | |
| Indicador 2: | Tratamiento de 100% de los residuos. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 4 | Elaboración y venta de abono orgánico con la colaboración de estudiantes de ciencias económicas y Organismos interesados en el tema. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Administración Intendencia Facultad de Ciencias económica | UNAN- Managua |
| 5 | Mejorar la eficiencia y eficacia integral del sistema completo de recolección, transporte, cobertura, concientización de la comunidad universitaria y el manejo en la disposición y tratamiento final de los residuos sólidos producidos en el recinto. | | | |

| | | | | |
|---|--|----------------------------|---|--|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 – 2017 |
| Programa de Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Inorgánicos | | | | |
| Objetivo: | Almacenar y comercializar los residuos sólidos inorgánicos producidos en el recinto. | | | |
| Meta 1: | Recuperación de capital invertido mediante la venta de residuos reciclables. | | | |
| Indicador 1: | 100% del volumen de papel, vidrio, plástico y metal clasificado, vendido a empresas acopiadoras. | | | |
| Indicador 2: | 1 libro de venta de materiales inorgánicos. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 5 | Establecer acuerdos de venta con empresas de reciclaje. | Enero 2012- Diciembre 2012 | Administración Responsable del proyecto de tratamiento. | UNAN- Managua Empresas de reciclaje |

| | | | | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
|  | PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS | | Código: | PIGARS |
| | | | Fecha: | |
| | | | Período: | 2012 - 2017 |
| Programa de Disposición Final de Residuos Sólidos | | | | |
| Objetivo: | Incinerar los residuos sólidos sin potencial de aprovechamiento en un horno especial. | | | |
| Meta 1: | Construir un incinerador con la capacidad de reducir al 10% los residuos incinerados. | | | |
| Meta 2: | Construir planta (infraestructura) con las siguientes áreas de: clasificación, almacenamiento, cribado, losas para compos. | | | |
| Indicador 1: | Horno construido. | | | |
| Indicador 2: | Planta construida. | | | |
| No. | Acción | Plazo | Unidad Ejecutora | Actores |
| 1 | Construir el incinerador con las especificaciones expresadas en el plano. | Enero 2012- Diciembre 2017 | Proyectos de la UNAN-Managua | Ingenieros y Arquitectos |
| 2 | Construir la planta de tratamiento con las especificaciones expresadas en el plano. | | | |

5.4. Estrategia de implementación

El éxito para una buena implementación de las estrategias implica no solo la participación de la comunidad universitaria, sino el cumplimiento de los acuerdos dispuestos por los diferentes actores locales presentes en la universidad.

Las siguientes condiciones son básicas para garantizar la ejecución e implementación del Plan de Acción por cada una de las líneas definidas para lograr un manejo integral de los residuos sólidos recinto universitario.

- ❖ La aprobación del Plan de Manejo Integral de Gestión ambiental de los Residuos Sólidos, por el rector y el Consejo universitario.
- ❖ La creación de una estructura formada por la vice-rectoría académica, administración, responsable del proyecto de tratamiento, facultades y UNEN con el fin de garantizar el desarrollo del PIGARS-RURD.
- ❖ Formar una comisión de trabajo encargada de elaborar, organizar y planificar manuales, folletos, ferias ambientales, campañas de limpieza sobre el manejo integral de los residuos sólidos. Que sirva como apoyo logístico para la implementación del plan de acción.
- ❖ Es necesario que en un corto plazo la vice-rectoría académica, convoque a reuniones con la finalidad de establecer acuerdos que permitan el desempeño del plan.
- ❖ Con la finalidad de obtener la participación de todos los actores involucrados en la ejecución del Plan de Acción, la estrategia de los medios de información del plan se debe de realizar en un mediano plazo establecido en el plan de acción.
- ❖ En menor tiempo posible se necesita las mejoras del sistema de manejo de los residuos sólidos en todas las etapas identificadas y recomendadas en el Plan de Acción.
- ❖ Incorporar el Plan de Acción en la carpeta de proyectos de la universidad para gestionar los fondos necesarios para su ejecución a partir del año Enero 2012.
- ❖ Las acciones presentadas en el Plan de Acción, se deben de articular con las acciones ya existentes en el manejo actual de los residuos sólidos.

Evaluación, control y seguimiento del plan de acción.

La evaluación, control y seguimiento del Plan de Acción, será responsabilidad sobre todo de la Instancia Admón. Asesorados por la Comisión de logística y los dirigentes estudiantiles (UNEN) que den seguimiento al desarrollo del plan de ejecución.

Para esto necesario que en las sesiones del consejo universitario, se incorpore un punto agenda respecto al tema, además la evaluación se realizará de acuerdo a los resultados de proyectos que hayan incorporado en sus componentes de capacitación la temática de manejo de residuos sólidos.

Actualización periódica del plan de acción.

Es necesario que el Plan de Acción, se comience a ejecutar en Enero del 2012 y realizando actualizaciones periódicas, se debe de realizar de acuerdo a los logros y resultados adquiridos en el período de ejecución.

Es recomendable que esta actualización se realice anualmente en conjunto con los actores involucrados, de forma tal que las dificultades identificadas en el proceso, se realicen los ajustes pertinentes.

5.5. Plan maestro para el manejo de los residuos.

La comunidad universitaria está compuesta por centros de investigación, facultades, autoridades superiores, preparatoria y becados internos con una generación per cápita de 0.065 kg/hab./día. Este dato permitirá el diseño de centros de transferencia ubicados en puntos estratégicos que permitan eficientemente la recolección de los residuos sólidos.

Para lograr el manejo integral de residuos es necesario desarrollar las siguientes etapas:

- La formación de un equipo multidisciplinario que sea capaz de desarrollar el plan integral de gestión ambiental del RURD.
- Diseño y construcción de las obras de infraestructuras necesarias para la implementación del plan integral de gestión ambiental del RURD.

- La compra de (158) recipientes adecuados para distribuirlos en los pabellones, clasificados en orgánicos e inorgánicos.
- La construcción de (21) estaciones de transferencia con un área de 9 m².
- La compra de (114) barriles plásticos para almacenar temporalmente los residuos en las estaciones de transferencia.
- La compra de un Tractor adaptándole una cuchara para que funcione como pala mecánica para el volteo del compost y dar a diseñar un bajón doble eje con la capacidad de 9 m³ y que posea 3 compartimiento que facilite la clasificación.
- Poner en marcha el ruteo propuesto y llevar el debido control para mejorar las rutas si hay inconsistencias.
- Capacitar al siguiente personal sobre el manejo de los residuos y indicar las responsabilidades que deben desempeñar.
 - ❖ Conserjes
 - ❖ Equipo de aseo y limpieza (56)
 - ❖ Equipo de campo (26)
 - ❖ Equipo de recolección (4)
 - ❖ Supervisores (2)
 - ❖ Responsable del equipo de limpieza y recolección.

Tabla 1. Actividades del equipo de campo

| Item | Area de trabajo | Actividades a realizar |
|-------------|--|---|
| 1 | P11, 13, 15 | Limpieza y riego de áreas verdes, recolección de la basura hasta las estaciones de transferencias |
| 2 | Comisariato, P19, 21 y 23 | Las mismas |
| 3 | A27, 25, 7 y 9 | Las mismas |
| 4 | Edificio Germán Pomares, Carpintería e Intendencia | Las mismas |
| 5 | P1, 3 y 5 | Las mismas |
| 6 | Rotonda y estacionamiento | Las mismas y en los estacionamientos recolectar todos los residuos que se encuentren. |
| 7 | P2, 4 y 6 | Las mismas |
| 8 | P8, 10 y 12 | Las mismas |

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]

| | | |
|----|---|---|
| 9 | P24, 22 y 20 | Las mismas |
| 10 | Auditorio 12 y sus áreas verdes | Las mismas |
| 11 | P18,16 y 14 | Las mismas |
| 12 | P30, 28 y 26 | Las mismas |
| 13 | Arqueología, P32 y 34 | Las mismas |
| 14 | P36, 38 y 40 | Las mismas |
| 15 | P42, 44 y 46 | Las mismas |
| 16 | P48, 50 y Laboratorio de bioanálisis | Las mismas |
| 17 | Medicina y parqueo oeste | Las mismas |
| 18 | P66 y alrededores del costado norte del parqueo | Las mismas |
| 19 | P60, 62, 64 y 68 | Las mismas |
| 20 | Cancha y parqueo | Las mismas |
| 21 | A52, andenes y Jardín | Las mismas |
| 22 | P58, 56 y 54 | Las mismas |
| 23 | Edificio Polisal número 1 | Las mismas |
| 24 | Edificio Polisal número 2 | Las mismas |
| 25 | Alrededor Meteorología y parqueo | Las mismas |
| 26 | Transporte | Las mismas |
| 27 | CDI | Las encargadas de limpieza deberán clasificar y depositar en la estación de transferencia |
| 28 | CIGEO | Las encargadas de limpieza deberán clasificar y depositarlos en la estación de transferencia los días lunes y jueves. |
| 29 | Arlen Siu | Las becasas deberán clasificar y depositarlos en las dos estaciones de transferencia ubicados al norte del internado. |
| 20 | Miguel Bonilla | Deberán garantizar la clasificación y tener en el andén la basura para ser recolectadas los días martes, viernes. |
| 21 | Comedor Universitario | Clasificar los residuos en orgánicos e inorgánicos todos los días |

La área 1,2 y 3 se recolectaran todos los días.

5.5.1. Rutas definidas

La recolección se realizará todos los días comenzando de la estación de transferencia n.1 hasta la ET.n.4. El área uno está compuesto por el pabellón uno hasta el auditorio 27 incluyendo el edificio Germán Pomares, comisariato y el gimnasio. Antes de proseguir el recorrido debe descargar en la planta. Se calcula el volumen en 5.6 m³.

Después se dirigirá hacia el área número dos que está compuesta por el pabellón número 2 hasta el 24 incluyendo la biblioteca, transporte, CIGEO, CDI y parte del arlen Siu. Comenzando específicamente desde la estación número cinco (5) hasta la número diez (10); sólo en el caso de no ser llenado el contenedor se dirigirá a la estación de transferencia número 11. Nota: solamente los días lunes y jueves se irá al CIGEO () y CDI () para optimizar el combustible. Se calcula el volumen en 6 m³.

Posteriormente se dirigirá hacia el área número tres que está compuesta desde el pabellón número 26 hasta el 30, P54-58, A52, los edificios gemelos del polisal y el parqueo. Comenzando específicamente desde la estación número trece (11) hasta la quince (15). Se calcula el volumen en 6 m³. Luego se comenzara por el área 4 compuesta por P32-68, complejo de medicina, desde EST. (16) hasta EST. (20). Se calcula el volumen en 6 m³.

Cabe destacar que la recolección será efectiva en un tiempo de 45 minutos. Es importante la medición del tiempo a fin de realizar ajustes.

Los residuos de los laboratorios de medicina, bio-análisis clínico y polisal deberán ser entregados en recipientes de acuerdo a la normativa **NTON 05 015 – 01 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS, todos los días.**

5.6. Obras de ingeniería necesarias para la implementación del PIGARS

Situación Actual y Requerimientos

La Universidad no cuenta con los edificios necesarios para la implementación el proyecto y de acuerdo a las necesidades se requieren de los siguientes ambientes:

- ❖ Área de descarga y recepción de desechos
- ❖ Almacén de desechos plásticos
- ❖ Almacén de desechos de papel

- ❖ Almacén de desechos metálicos
- ❖ Almacén de vidrio
- ❖ Almacén de compost

Se requiere de algunos ambientes complementarios que permitan el buen desarrollo de las actividades durante la etapa operativa del proyecto, tales ambientes son:

- ❖ Oficina de control y seguimiento del proyecto
- ❖ Servicios sanitarios, duchas
- ❖ Bodega de insumos y herramientas

Para cumplir con estos requerimientos se proyecta el diseño y construcción de 2 edificios, en el primero de ellos se reunirán todas las aéreas de almacenaje y en el segundo se conglomeraran todos los ambientes complementarios.

Las área se obtienen a través de un cálculo donde interviene la masa de diseño; conocida la densidad de los residuos es posible calcular el volumen que deberá almacenarse en un tiempo de retención determinado dentro de la planta.

Se norma una altura de estibado de la masa a almacenar y se divide el volumen entre esta altura para calcular el área de cada ambiente.

El área calculada deberá incrementarse para que los ambientes coincidan con la estructuración proyectada del edificio.

El edificio proyectado deberá tener la capacidad para almacenar la masa proyectada para los 20 años, sin embargo, para no construir edificios tan grandes y más costosos, podrán usarse las áreas proyectadas para 5 años, solamente a medida que se incremente el volumen de residuos deberán disminuirse los tiempos de retención en planta a excepción de la materia orgánica la cual debe permanecer 90 días en su reservorio.

Los cálculos se justifican a continuación:

Calculo de superficie de almacenamiento (Para 5 años)

Masa de diseño= 834.87 Kg (De acuerdo a tabla de residuo solido proyectado)

| Tipo de residuo solido | Distribución porcentual de los desechos (S/D) | Masa Proyectada (Ton/Año) | Masa Proyectada (Kg/Dia) | Densidad Calculada (Kg/m³) | Volumen Almac. (m³/Dia) | Tiempo de Retención en Planta (Dias) | Volumen diseño (m³) | Altura de estibado (m) | Area requerida (m²) | Area propuesta (m²) |
|------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Botellas plásticas | 0.130 | 108.53 | 293.04 | 35.40 | 8.28 | 6.00 | 49.67 | 3.00 | 16.56 | 25.20 |
| Papel de oficina | 0.100 | 83.49 | 225.41 | 144.46 | 1.56 | 6.00 | 9.36 | 1.50 | 6.24 | 12.60 |
| Vidrio | 0.010 | 8.35 | 22.54 | 533.63 | 0.04 | 60.00 | 2.53 | 1.00 | 2.53 | 6.30 |
| Metal | 0.040 | 33.39 | 90.17 | 70.22 | 1.28 | 5.00 | 6.42 | 2.00 | 3.21 | 6.30 |
| Materia orgánica | 0.570 | 190.35 | 513.95 | 198.53 | 2.59 | 90.00 | 232.99 | 2.00 | 116.49 | 125.00 |

Calculo de superficie de almacenamiento (Para 20 años)

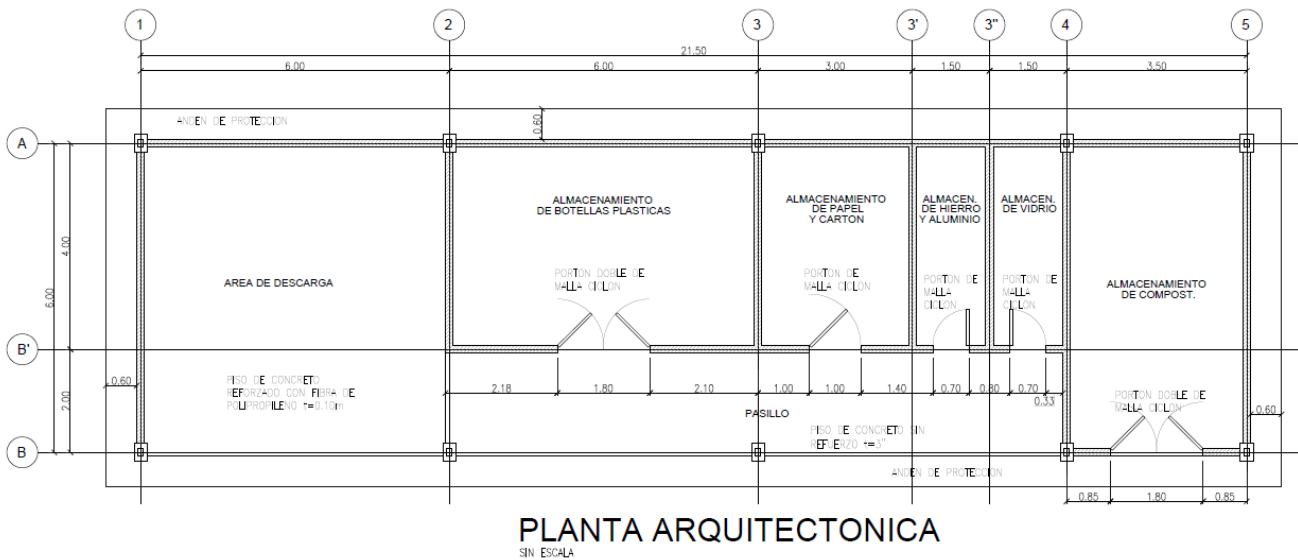
Masa de diseño= 1,734.87 Kg (De acuerdo a tabla de residuo solido proyectado)

| Tipo de residuo solido | Distribución porcentual de los desechos (S/D) | Masa Proyectada (Ton/Año) | Masa Proyectada (Kg/Dia) | Densidad Calculada (Kg/m³) | Volumen Almac. (m³/Dia) | Tiempo de Retención en Planta (Dias) | Volumen diseño (m³) | Altura de estibado (m) | Area requerida (m²) | Area propuesta (m²) |
|------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Botellas plásticas | 0.130 | 225.53 | 608.94 | 35.40 | 17.20 | 4.00 | 68.81 | 3.00 | 22.94 | 25.20 |
| Papel de oficina | 0.100 | 173.49 | 468.41 | 144.46 | 3.24 | 4.00 | 12.97 | 1.50 | 8.65 | 12.60 |
| Vidrio | 0.010 | 17.35 | 46.84 | 533.63 | 0.09 | 60.00 | 5.27 | 1.00 | 5.27 | 6.30 |
| Metal | 0.040 | 69.39 | 187.37 | 70.22 | 2.67 | 4.00 | 10.67 | 2.00 | 5.34 | 6.30 |
| Materia orgánica | 0.570 | 593.32 | 1,601.98 | 198.53 | 8.07 | 90.00 | 726.23 | 2.00 | 363.11 | 365.00 |

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]

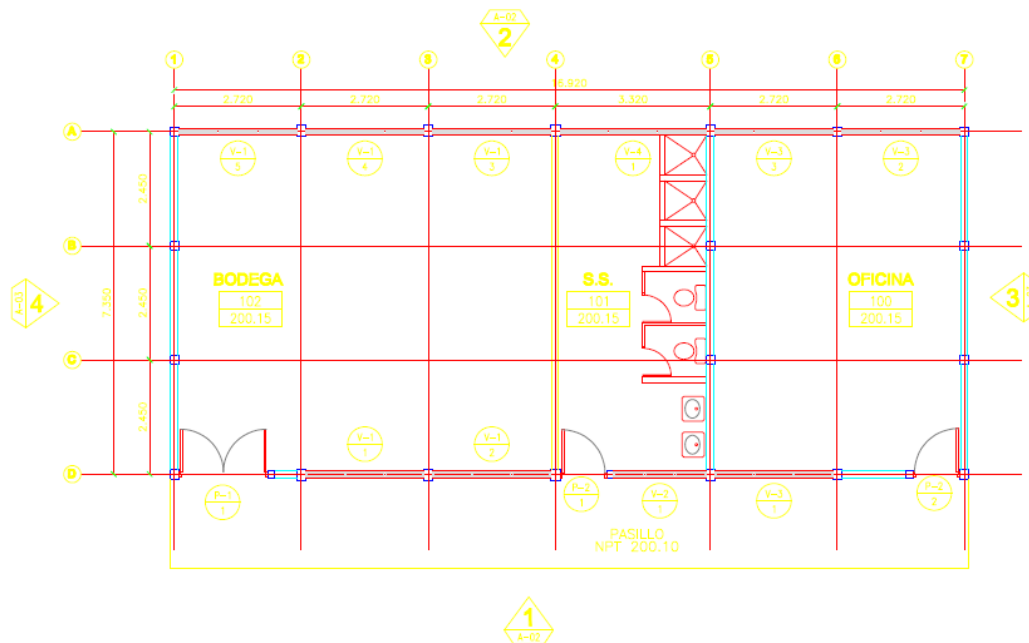
La distribución final de las áreas será de acuerdo a la siguiente tabla:

| Edificio 1. Almacenes | |
|-------------------------------|-------------|
| Ambiente | Área |
| Área de descarga | 36.00 |
| Almacén de botellas plásticas | 25.20 |
| Almacén de papel y cartón | 12.60 |
| Almacén de hierro y aluminio | 6.30 |
| Almacén de vidrio | 6.30 |
| Almacén de compost | 22.00 |
| Pasillo | 20.60 |



| Edificio 2. Complementario | |
|-----------------------------------|-------------|
| Ambiente | Área |
| Oficina de control y seguimiento | 40.00 |
| Servicios sanitarios y duchas | 24.00 |
| Bodega de insumos y herramientas | 60.00 |
| Pasillo | |

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]



Estudio del Terreno

El terreno donde se construirán los edificios es de aproximadamente 900.00 m² y fue definido por las autoridades de la universidad. Está ubicado a 25.00 m del costado oeste del edificio 11, en el sector sur-oeste de los terrenos del recinto universitario Rubén Darío.

Contiguo al terreno se encuentra un camino sin revestimiento que permite el acceso de vehículos a los pabellones cercanos al área.

La topografía es muy accidentada desarrollándose entre las cotas topográficas 198.50 hasta las 206.00, teniéndose un desnivel de 7.50 m con una pendiente del 25% decreciendo de Oeste a Este.

La actual topografía presentara dos problemas que incidirán en el costo del proyecto. Primero: la pendiente pronunciada obliga a un alto volumen de corte o la necesidad de muros de retención y la necesidad de obras hidráulicas que impidan que las aguas pluviales provenientes de las cotas topográficas más elevadas inunden el área del proyecto.

Conceptos generales de diseño

Para la construcción de estos edificios se proponen dos tipologías diferentes.

El edificio 1 tendrá una arquitectura semejante a los edificios industriales de las zonas francas sus muros exteriores serán de mampostería reforzada con una altura de 1.80 m seguido por ventanas de malla expandida de 1/2" de 4'x8' y una pared metálica compuesta por laminas troqueladas perfil E-76 calibre 26 que se extenderá desde la arista superior de la ventana hasta alcanzar una altura máxima de 6.00 m en uno de los ejes longitudinales y 6.60 en el siguiente eje longitudinal. Las paredes internas serán también de mampostería reforzada hasta una altura de 1.20 m y continuaran con malla ciclón de 4'.

Los pisos serán losas de concreto con acabado lujado. El espesor de la losa será de 0.10 m.

La solución estructural para este edificio es a base de marcos de acero separados 6.00 m con una sola caída de agua. Las zapatas serán aisladas y las paredes exteriores se cimentaran sobre una zapata corrida que también tendrá la función de una viga sismo resistente puesto que "amarrara" los pedestales de concreto.

El edificio 2 será de mampostería confinada, y su arquitectura es semejante al de las aulas de clase de un solo nivel con una con un sistema de techo a 2 aguas, se usara aislante AP-10 en vez de cielo falso. El piso también será de losa de concreto con acabado lujado.

La solución estructural es de marcos de concreto con una estructura de techo de acero y cimentado sobre zapata corrida y vigas tensoras entre columnas en el sentido transversal.

Las ventanas serán de aluminio y vidrio Mill Finisch y puertas de madera solida de 6 tableros.

En este edificio se instalaran servicios sanitarios y duchas pues es requerido que los trabajadores que están en contacto constante con la basura continuamente estén efectuando labores de higiene personal.

Instalaciones sanitarias y pluviales

Actualmente la el recinto Rubén Darío de la UNAN cuenta con los servicios de aguas negras y agua potable y los mismos se encuentran en funcionamiento.

El agua potable llega del sistema de abastecimiento municipal y en el entorno circundante existen baterías de servicios sanitarios desde donde se abastecerá el agua potable.

El drenaje sanitario está conectado al sistema de alcantarillado sanitario de la municipalidad, igualmente se llevarán a las cajas de registro sanitarias de las baterías de servicios sanitarios existentes las descargas de los inodoros y duchas.

Actualmente el plan regulador de Managua exige la infiltración del 100% de las aguas de lluvia, ventajosamente la UNAN-Managua cuenta con grandes áreas verdes que sirven para la infiltración de las aguas, quizás, en el futuro en función del crecimiento de las áreas de construcción exigirán la construcción de pozos de infiltración. Para el diseño de estos pozos se requiere de un estudio de permeabilidad de los suelos para efectuar un cálculo racional de su tamaño. Para este proyecto se propone la construcción de un pozo de absorción, sin embargo al no contar con el estudio de suelo requerido, las dimensiones del pozo propuesto se obtuvieron a partir del volumen de agua esperado para un evento específico.

Instalaciones eléctricas

Este diseño no se considera en este documento, pues se requiere de un especialista en la materia.

Presupuesto estimado

Se ha estimado que la inversión a realizar es de U\$D 120,082.50 (Ciento veinte mil ochenta y dos dólares con 50/100).

Este presupuesto es solo para la ejecución de las obras de infraestructura, no se incluyen en este los costos para el equipamiento.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ Los principales desechos sólidos producidos en el recinto universitario Rubén Darío de la UNAN son:

| Concepto | Peso (Kg) |
|------------------|-----------|
| Materia orgánica | 930.77 |
| Plástico | 280.87 |
| Papel y cartón | 161.48 |
| Metales | 70.22 |
| Vidrio | 21.05 |

- ❖ La producción perca pita de desechos sólidos es de 0.063 Kg/Día/Hab.
- ❖ Actualmente no existe un equipo especializado encargado de la planificación y manejo de los residuos sólidos.
- ❖ Actualmente se carece de la infraestructura y obras civiles necesarias para el buen manejo de los desechos sólidos.
- ❖ No existen rutas definidas de recolección dentro del recinto lo que genera un débil y costoso proceso de recolección de desechos.
- ❖ No existe un personal operativo debidamente capacitado para el tratamiento de los residuos sólidos.
- ❖ Los depósitos de basura distribuidos en algunos puntos dentro del recinto no tienen el tamaño adecuado, para la recolección, almacenaje y tratamiento apropiado de desechos sólidos.
- ❖ Aunque existe voluntad de parte de las autoridades de la universidad para implementar proyectos pilotos de manejo de residuos sólidos, la falta de un equipo multidisciplinario capaz de presentar propuestas tangibles ha impedido el poder desarrollar estrategias para el establecimiento de un plan integral de manejo de residuos sólidos.
- ❖ No existen levantamientos topográficos completos y actualizados que permitan conocer la ubicación de las obras de infraestructuras circundantes al área del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES SOBRE LAS OBRAS CIVILES

- ❖ Deberán realizarse estudios de suelos para determinar las capacidades de carga y límites de Atterberg sobre los estratos de suelos donde se ubicara el proyecto. Para ello deberá realizarse por lo menos 3 sondeos de fundación (SPT) a una profundidad de 3.00 m, de tal forma que se justifique o descarte la necesidad del mejoramiento de suelo por debajo de las fundaciones.
- ❖ Realizar estudio geológico para descartar la existencia de fallas por debajo del area del proyecto
- ❖ Deberá de realizarse una prueba de permeabilidad del suelo de tal manera que pueda realizarse un cálculo racional de las dimensiones del pozo de absorción.
- ❖ Realizar pruebas de presión en las tuberías de agua potable cercanas al sitio del proyecto para verificar la existencia de presiones de diseño apropiadas para alimentar los accesorios sanitarios a instalar dentro del edificio complementario.
- ❖ Efectuar un levantamiento topográfico donde se indique la posición de las cajas de registro sanitarias y sus respectivos niveles.
- ❖ Puesto que el plan propuesto es integral, se recomienda que la supervisión del proyecto sea efectuada por estudiantes de la carrera de ingeniería civil de la UNAN-Managua, con la tutela de los docentes del departamento de ingeniería civil y arquitectura.
- ❖ En función de la fecha en que se inicie la licitación del proyecto deberá de efectuarse una actualización de costos unitarios del presupuesto estimado.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Constitución política de Nicaragua, junio de 2008.
2. Gutiérrez, Martínez; Plan Integral de Manejo Residuos Sólidos (PIMARS) para el Perímetro Urbano del Municipio de Totogalpa, Madriz.
3. Guía Metodológica para la Formulación de Planes Integrales de Gestión Ambientales de Residuos Sólidos– PIGARS, Perú – 2001.
4. La Gaceta, Ley general del medio ambiente y los recursos naturales. Ley 217. 1996.
5. Lacayo, M. Curso de manejo integral de los residuos sólidos municipales, 2005.
6. Manual de gestión integral de residuos sólidos urbanos.
7. MARENA, Bases de la política nacional sobre gestión integral de los residuos sólidos, 2004-2023.
8. NT 05 015- 01. Norma técnica ambiental para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos, la gaceta, 2002.
9. NT 05 014-02. Norma técnica ambiental para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no- peligrosos, la gaceta, 2002.
10. Pereira, Apuntes de los residuos sólidos generados en el Recinto Universitario Rubén Darío. Diciembre del 2010.
11. Pereira, Normativa sobre los residuos sólidos del Recinto Universitario Rubén Darío. Diciembre del 2010.
12. PROARCA, Guía Para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales, Programa ambiental regional para Centroamérica. 2003.
13. Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuo sólidos Urbanos en la Ciudad de Estelí, (PIGARS-2009-2011).
14. Siu, Zeledón, Estudio de factibilidad, económica y ambiental para la instalación de una planta procesamiento de residuos sólidos orgánicos. Managua, Nicaragua 21 de octubre del 2005.

15. Sinclair, Plan de manejo de residuos sólidos urbanos del municipio de Bonanza, periodo 2007-2001.
16. SEMARNAT, Minimización y manejo ambiental de los residuos. México D.F. 1999.
17. SEMARNAT, Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales, 2001.
18. Sakurai, Método sencillo del análisis de los residuos sólidos (método del cuarteo) OPS, CEPIS.

ANEXOS

II. Hoja de campo para registrar peso por componente de residuos sólidos biológicos-infecciosos.

| Componentes | Peso por componente Kg/día | | | | % |
|-------------|----------------------------|-----------|---------|-------|---|
| | Lunes | Miércoles | Viernes | Total | |
| Comunes | | | | | |
| Patógenos | | | | | |
| Especiales | | | | | |
| Total | | | | | |

Hoja de campo para registrar peso, densidad y PPC de residuos sólidos.

| Peso y densidad de Residuos Sólidos promedio | | | |
|--|----------------------|-------------------------------|-----|
| Días | Masa/basura (Kg/día) | Densidad (kg/m ³) | Ppc |
| Lunes | | | |
| Miércoles | | | |
| Viernes | | | |
| Total | | | |

Composición física de los residuos sólidos por componente generados.

| Componentes | Peso por componente kg | | |
|--------------------|------------------------|--------|-------|
| | Lun. | Mierc. | Vier. |
| Materia Orgánica | | | |
| Botellas plásticas | | | |
| Papel de oficina | | | |
| Papel de baño | | | |
| Metales | | | |
| Plástico menor | | | |
| Poroplast | | | |
| Cartón | | | |
| Vidrio | | | |
| Tela | | | |
| Laboratorio | | | |

III. Glosario de Términos

Contaminación: La presencia y/o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.

Contenedor: Caja o cilindro móvil, en el que se depositan para su transporte residuos peligrosos.

Desinfección: Destrucción de los microorganismos patógenos en todos los ambientes, materias o partes en que pueden ser nocivas, por los distintos medios mecánicos, físicos o químicos contrarios a su vida o desarrollo, con el fin de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades.

Incinerador: Se dice de la instalación o dispositivo destinado a reducir a cenizas las basuras y otros residuos.

Lixiviados: Líquidos provenientes de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disuelto o en suspensión, componentes que se encuentra en los mismos residuos.

Residuos peligrosos biológicos infecciosos: El que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica.

Botadero: sitio donde se disponen los desechos sólidos sin ningún tratamiento.

Compost: Material que se genera a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como mejorador del suelo agrícola, parques y jardines, y recuperación de tierras no fértiles.

Compostificación: proceso controlado de descomposición biológica de los residuos sólidos orgánicos que permite la producción de compost.

Contenedor de desechos: recipiente que sirve para el almacenamiento de los desechos sólidos no peligrosos.

Desechos sólidos no peligrosos: todos aquellos desechos o combinación de desechos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud

humana o para otros organismos vivos. Dentro de los desechos no peligrosos están: Desechos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles.

Desechos Sólidos Domésticos: aquellos desechos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.

Desechos Sólidos Comerciales: aquellos desechos generados en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como: almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas comerciales.

Desechos Sólidos Institucionales: aquellos desechos generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y en edificaciones destinadas a oficinas, entre otros.

Desechos Sólidos de Mercado: aquellos desechos generados en mercados, supermercados y establecimientos similares.

Desechos Sólidos de barridos de calles: todos aquellos desechos que se generan de la actividad de la limpieza de calles y áreas públicas como parques, áreas verdes y de juegos deportivos.

Densidad de Desechos: es la relación que existe entre peso de los desechos y el volumen que ocupan, se expresa en kg/m^3 .

Disposición final: es la última actividad operacional del prestador del servicio de aseo, mediante la cual los desechos sólidos son descargados en forma definitiva.

Estaciones de Transferencia: puntos que se utilizan para realizar la descarga o almacenamiento local de los desechos por un periodo corto de tiempo, menor de un día, para luego ser trasladados a la disposición final.

Frecuencia de recolección: Número de veces que recolectan los desechos sólidos en un mismo lugar en un tiempo determinado.

Humus: Material que se genera mediante la crianza de lombrices, útil para mejorar el suelo agrícola, parques, jardines, y recuperación de tierras no fértiles.

Incineración: procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades en exceso de oxígeno.

Incinerador: Instalación o dispositivo destinado a reducir a cenizas los desechos sólidos y otros residuos, reduciendo el volumen original de la fracción combustible de los residuos sólidos del 85-95 %.

Lixiviados: líquido maloliente producto de la descomposición o putrefacción natural de los desechos sólidos con gran concentración de contaminantes, incluyendo el agua pluvial que se infiltra a través de la basura.

Lombricultura: Técnica de crianza controlada de lombrices con residuos sólidos orgánicos para producir Humus.

Macroruteo: consiste en determinar el tiempo no efectivo de recolección en un área determinada.

Microruteo: trazado de la ruta que deberán seguir el vehículo recolector, determinando el tiempo efectivo de recolección, desde que inicia la recolección en la primer vivienda hasta que llega al vertedero.

Pirólisis: descomposición de los desechos por la acción del calor.

PPC: producción per cápita, cantidad de desechos que produce una persona en un día, expresada como kilogramo por habitante y por día (Kg/hab-día).

Plantas de recuperación: sitios destinados a la recuperación de materiales provenientes de los desechos sólidos no peligrosos.

Reciclaje: es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.

Recuperación: actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaquetamiento, recogida o cualquier otra forma de retirar de los residuos sólidos algunos de sus componentes para su reciclaje o rehusó.

Rehusó: es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado en forma exactamente igual ha como se utilizó antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza.

Recolectores: personas destinadas a la actividad de recolectar los desechos sólidos.

Residuos sólidos: aquellos residuos que se producen por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos.

Relleno Sanitario: técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

Servicio de Aseo Ordinario: es el servicio de recolección de los desechos no peligrosos que se presta a una localidad de manera periódica, con horario definido.

Servicio de Aseo Extraordinario: es el servicio de recolección de los desechos sólidos no peligrosos que se presta a una localidad de manera irregular, por las características propias de estos desechos en cuanto a accesibilidad, tamaño, composición y volumen.

Servicio de Limpieza Pública: Conjunto de actividades que posibilitan el almacenamiento, barrido, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de residuos sólidos de manera apropiada y sostenida en el tiempo.

Sotavento: dirección contraria al viento.

Tratamiento: es el proceso de transformación físico, químico o biológico de los desechos sólidos que procura obtener beneficios sanitarios o económicos, reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al medio ambiente.

Vermicompostage: Proceso de producción de Humus de lombriz.

Fuente (La Norma Técnica Nicaragüense 05 014-01)

IV. MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Fundamentos teóricos para cálculo y diseño estructural

Hipótesis de idealización

Para un análisis racional, acorde a los principios de la estática y la dinámica estructural es necesario hacer ciertas hipótesis que permitan determinar con relativa sencillez las fuerzas actuantes sobre las estructuras.

De esa necesidad nace el proceso de idealización estructural, el cual en términos sencillos se define como reemplazar una estructura real -proyectada a construirse- por un sistema de líneas continuas que representan los ejes centrales de cada miembro estructural.

Generalmente este sistema de líneas se conoce como diagrama de líneas.

En el proceso de idealización se presentan cuatro modelos básicos:

Modelo geométrico: este aspecto está íntimamente relacionado con el diagrama de líneas. Se debe elaborar un esquema donde se presenten las características geométricas más importantes de la estructura.

Modelo de las condiciones de continuidad y frontera: bajo esta condición se establece como los miembros estructurales se conectan entre sí o con su base, en función de la capacidad que tengan los nodos para soportar las deflexiones y rotaciones. En el caso de estructuras de concreto reforzado el modelo de apoyo predominante es el empotramiento; debido a las conexiones monolíticas entre sus componentes.

Modelo del comportamiento de los materiales: debe suponerse como los materiales serán afectados por la acción de las fuerzas. Los estudios de la mecánica de los materiales han establecido una relación entre los esfuerzos y las deformaciones unitarias. Esa relación puede ser lineal (elástica) o parabólica (inelástica) y su entendimiento es de gran valor en el diseño, para decidir si se utilizara un enfoque elástico o un enfoque plástico.

Modelo de las acciones impuestas: para que las estructuras sigan siendo funcionales o no colapsen ante condiciones de sobreesfuerzos a veces resulta necesario imponer algunas fuerzas o desplazamientos que establezcan las condiciones de carga más crítica. Por ejemplo, si se desea que un edificio tolere un asentamiento diferencial (asentamiento admisible) será necesario imponer tal desplazamiento vertical en el análisis estructural, esto incrementará los esfuerzos flexionantes en los componentes de la estructura, los cuales deberán ser considerados al momento de diseñarlo.

Evidentemente, al aplicar estos modelos se presentan discrepancias con las condiciones reales de una edificación, sin embargo las hipótesis ampliamente utilizadas han arrojado resultados aceptables. Aunque no existen análisis

perfectos, los cálculos efectuados según las teorías referidas a la idealización estructural han permitido la construcción de un sinnúmero de obras verticales, **cuya existencia dan valides a dichas teorías.**

Una vez realizado el diagrama de líneas debe hacerse una aproximación de las cargas que soportara la estructura.

Criterios de análisis y diseño estructural

Los pesos de los materiales para la obtención de la carga muerta se tomaron del Reglamento nacional de la construcción del 2007 (RNC-07). De igual manera las cargas vivas fueron tomadas del mismo documento, el cual es de obligatorio cumplimiento.

De igual manera las iso-aceleraciones fueron tomadas precisamente del RNC-07 y **se utilizo el método estático equivalente para el análisis de la carga sísmica**, esto debido a la simetría de las estructuras proyectadas así por el tamaño de las mismas por lo que sería innecesario un análisis modal dinámico.

Para el caso de las estructuras de este proyecto para los edificios y elementos de acero se adopto un enfoque elástico y para el concreto por su desempeño dentro de la zona plástica de la curva esfuerzo deformación se consideró el enfoque de resistencia última.

En los últimos años se ha dado énfasis a usar el método LRFD para el diseño de las estructuras de acero sin embargo en construcciones relativamente pequeñas no es de gran relevancia el obtener secciones más reducidas sobrepasando los límites elásticos del material, por esto los autores decidieron usar el método ASD para el diseño en acero.

Para el edificio de acero, por estar proyectado a construirse con marcos estructurales equidistantes se consideró que la carga sísmica es coplanar al marco comportándose la estructura de techo como un diafragma flexible que transmite la carga de una columna a la otra, por tanto en este modelo se consideró la acción simultánea de las cargas gravitacionales y la carga lateral de sismo, y aquí se tomaron en consideración las combinaciones de carga establecidas por el RNC-07, siendo siempre la combinación crítica:

$$C = 1.2CM + CV + S$$

Para el edificio de concreto reforzado, se consideró que los ejes longitudinales son los más críticos ante el vuelco producido por la carga sísmica. Para este modelo tridimensional se elabora el diagrama de líneas del eje y se considera empotrado en las intercepciones con los muros transversales, pues estos muros tienen mayor rigidez en sentido paralelo a las cargas laterales. De esta manera en el análisis se considera de manera implícita la contribución de las piezas de mampostería a la rigidez de la estructura.

El vuelco es producido por la carga sísmica que está en función de la carga gravitacional de techo, la carga gravitacional de muro y el coeficiente sísmico. La carga sísmica de techo es el producto de la carga gravitacional de techo y el coeficiente sísmico y actúa al nivel de la viga corona, de manera semejante la carga sísmica de muro es el producto de la carga gravitacional de muro por el coeficiente sísmico y actúa a 2/3 de la altura de las columnas desde el nivel basal. En este caso solo se considera la carga lateral, pues el momento flector en las columnas es la acción mecánica crítica.

Ayudas de diseño

Para el análisis de los 2 edificios se hizo uso del Software de aplicación STADPro 2007, el cual aunque no es de mucho uso en Nicaragua, tiene la aceptación en Estados Unidos y México y en la opinión de algunos diseñadores estructurales STADPro es funcional por lo que es de gran utilidad para la práctica profesional y el SAP2000 es extremadamente útil para el campo investigativo.

El programa una vez que se le han entrado, las cargas, las secciones, combinaciones y otros parámetros arroja las acciones internas, reacciones, desplazamientos, entre otros datos y aunque el programa también posee módulos para el diseño de estructuras de acero, concreto reforzado, fundaciones, etc. Se ha decidido solo tomar los resultados del análisis para posteriormente entrar estos datos en hojas de cálculo preparadas en Microsoft Excel para realizar el diseño, a veces el confiar todo el proceso a una computadora puede convertir al mejor ingeniero en simplemente un calculista estructural.

Consideraciones sobre el diseño de los elementos de concreto reforzado.

Columnas: estos son elementos sujetos a flexo compresión, puesto que sobre ellas actúan cargas axiales de compresión y momentos que producen flexión, entre estas 2 tipos de acciones existe una interacción de esfuerzos que deben ser resistidos en su totalidad por las columnas.

En vista de lo anterior es necesario para el diseño de las columnas hacer uso de los "Diagramas de interacción" suministrados por el ACI o deben ser dibujados una vez que se ha elaborado un análisis de la sección de la columna basado en la compatibilidad de las deformaciones y el equilibrio estático.

Existe el caso en que la carga axial a la que es sometida una columna es mínima en comparación con el momento actuante sobre ella, en estas circunstancias la excentricidad sobre el miembro puede ser mayor incluso que las dimensiones de la sección, el mecanismo de falla es como el de una viga (la cual se diseña por flexión).

En la mayoría de los edificios del país (1 o 2 plantas) donde las cargas verticales son relativamente livianas y las cargas de sismo son grandes (Coeficientes

sísmicos de hasta 0.47), se presenta este comportamiento, por tanto la manera como se diseñaron las columnas para este proyecto es igual al procedimiento para el diseño de vigas, donde la acción más preponderante es el momento.

Zapatas: la función de la zapata es transmitir las cargas de las columnas al suelo, debido a la presencia de las cargas de sismo la zapata no simplemente recibe una carga de aplastamiento sino un vuelco debido al cortante y el momento transmitido desde la columna, esto produce un alzamiento en uno de los extremos del cimiento siempre y cuando la resultante de las fuerzas aplicadas sobre el mismo caiga fuera del denominado núcleo central de la zapata el cual corresponde al espacio central de la zapata que se considera igual a 1/3 del ancho del cimiento.

Para el diseño de las fundaciones de los edificios de este proyecto no se consideró la acción del cortante transmitido de la columna y el momento se redujo hasta el 50%. Este concepto ha sido presentado y ampliamente utilizado por el ingeniero nicaragüense Federico Traña. Las razones se explican a continuación.

Al analizar cualitativamente una planta de fundaciones podrá observarse que los pedestales no actúan de manera independiente sino que están “amarrados” por así decirlo por las vigas asísmicas y vigas tensoras, todo este conjunto conforma un sistema que deberá soportar y absorber los cortantes procedentes de las columnas.

Para la explicación del por qué se da la disminución del momento, se plantean las siguientes hipótesis:

- ❖ La unión entre la base de la columna, pedestales y vigas sísmicas forman un nudo que funciona en base a la teoría de comportamiento estructural de Hardy Cross.
- ❖ El momento en la base de la columna es tomado por torsión por las vigas sísmicas y por flexión en el caso del pedestal.
- ❖ La inercia de la zapata es mucho mayor que la del pedestal por lo que se puede considerar al pedestal como un elemento empotrado en la zapata.

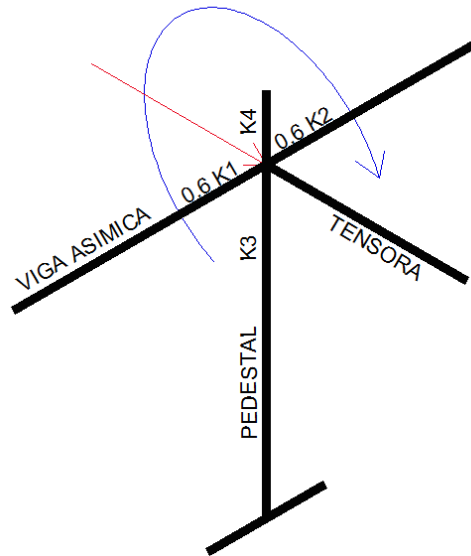


Figura 2.

La rigidez del nodo es igual a la sumatoria de las rigideces de cada elemento, por tanto el momento en el pedestal M_p es:

$$M_p = (K_3 / (0.6K_1 + 0.6K_2 + K_4)) M_c$$

Donde M_c es el momento desde la columna.

De acuerdo a la teoría de Hardy Cross el momento transportado se reduce a la mitad.

En términos prácticos, esto significa que al cimiento pasa el 50% del momento del pedestal el cual es menor que el momento en la columna. Eso indica un valor menor que 0.5, sin embargo en la memoria de cálculo para fines prácticos y del lado de la seguridad se calcularon las zapatas con el 50% del momento en la base de la columna.

Consideraciones sobre el diseño de los elementos de acero

Platinas: Para el dimensionamiento de las platinas de unión, se toma en cuenta que dentro de una sección de acero el momento interno puede presentarse por la acción de un par de fuerzas que se transmiten en las fibras superiores e inferiores del elemento, esta par de fuerzas serán soportadas por las platinas de unión y se determinan simplemente dividiendo el momento entre el peralte de la sección.

$$T = M/H$$

Donde:

T: Fuerza de tracción en platina

M: Momento interno desarrollado en la sección

H: Peralte de la sección

La platina se dimensiona según el ancho del elemento a unir, por ejemplo si se unirán dos elementos de 4" de espesor el diseñador podría proponer una platina de ancho $B= 3.5"$, y posteriormente con la formulas de la resistencia de materiales calcular el espesor de la platina.

$$\sigma = T/A$$

Donde:

σ : Esfuerzo de tensión del acero estructural $0.60f_y$

T: Tracción en la platina

A: Área de la sección transversal de la platina

Igualando las 2 formulas anteriores se obtiene que el espesor de la platina esta dado por:

$$t = M / (0.60f_yHB)$$

Presentación

Esta memoria justifica el diseño estructural de una edificación de un solo nivel, destinada a funcionar como bodegas de almacenamiento. Tal edificio es parte de las estructuras necesarias para el tratamiento de los desechos sólidos en el recinto universitario Rubén Darío de la UNAN-Managua.

El techo funcionara como un diafragma flexible y los marcos estructurales son de acero. Se usaran zapatas aisladas para transmitir las cargas de las columnas al suelo, en vista de que no se realizo un estudio de suelo se asumirá una capacidad de carga del suelo de $1,00 \text{ Kg/cm}^2$.

Los cerramientos serán de mampostería reforzada, con bloque de 6". Las fundaciones de tales paredes serán zapatas corridas que a su vez servirán para amarrar los pedestales de las columnas. En el sentido longitudinal, para el sentido transversal se usaran vigas tensoras de un solo elemento principal.

Características de los materiales a usar

Concreto:

Resistencia mínima a la compresión $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ($3,000 \text{ lbs/plg}^2$) a los 28 días de edad.

Peso volumétrico del concreto reforzado = $2,400 \text{ kg/m}^3$ (150 lbs/plg^3).

Acero de Refuerzo:

Grado 40, con un Esfuerzo a la Fluencia $F_y = 2,800 \text{ Kg/cm}^2$ ($40,000 \text{ lbs/plg}^2$).

Módulo de elasticidad $E_s = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$ ($29,000 \text{ Ksi}$)

Tipo ASTM A-40, corrugado para el caso del refuerzo longitudinal mayor o igual al N°3, y liso para el caso del acero transversal N°2.

Peso volumétrico del acero = 7,850 Kg/m³ (490 lbs/pie³).

Bloques para Paredes:

Dimensiones 15x20x40 cm, con un peso por área de 240 Kg/m². (Dos caras de repello)

Resistencia mínima a la compresión f_m = 55 Kg/cm² (780 lbs/plg²).

Mortero:

Resistencia mínima a la compresión f_m = 140 Kg/cm² (2,000 lbs/plg²).

Proporción 1:4 (cemento-arena)

Espesor de junta de 1.5 cm ó 1/2".

Acero Estructural:

Tipo A-36, con un Esfuerzo a la Fluencia F_y = 2,520 Kg/cm² (36,000 lbs/plg²).

Módulo de elasticidad E_s = 2,000,000 Kg/cm² (29,000 Ksi)

Peso volumétrico del acero = 7,850 Kg/m³ (490 lbs/pie³).

Soldadura:

Electrodos según normas ASTM A-233, E-60xx.

Esfuerzo admisible al cortante = 956 Kg/cm² (13.6 Ksi).

Capacidad de 100 Kg/cm para 1/16" de tamaño.

Capacidad de 200 Kg/cm para 1/8" de tamaño.

Suelos:

Se asumirá un peso volumétrico del suelo de 1,600 Kg/m³.

Se recomienda un mejoramiento de suelos bajo la zapata de 0.50 m de espesor, a base de material selecto o suelo cemento, compactado al 95% Proctor Estándar, en capas no mayores de 15 cm. De igual manera se debe considerar que este mejoramiento abarca también un sobrecancho de 0.20 m a cada lado de las zapatas vistas en planta.

Cargas de diseño

Carga muerta

Cubierta de lamina de Zinc Calibre

24

6,10

Kg/m²

Lámparas y accesorios

3,00

Kg/m²

Perlines de techo de 2"x6"x1/16" @ 1,05

Kg/m²

7,30

Carga Muerta Total de Techo 16,40 Kg/m²

Carga Viva

| | | | |
|--|--------|-------------------|-----------------|
| Carga uniformemente distribuida | 10,00 | Kg/m ² | Arto. 11 RNC-07 |
| Carga puntual en centro de elementos principales | 200,00 | Kg | Arto. 11 RNC-07 |
| Carga puntual en centro de elementos secundarios | 100,00 | Kg | Arto. 11 RNC-07 |

Clasificación sísmica de la estructura

Por su destino (Arto 20) : Grupo B

Los autores decidieron esta clasificación, por que la estructura a diseñar no es del tipo esencial.

Aceleración del suelo: Esta ubicado en la Zona C y de acuerdo con la figura 2 del RNC-07 el valor de la aceleración es de 0.30.

Efectos locales de suelo (Arto. 25): Por falta de información geotécnica se considera un suelo tipo II (Suelo firme). Por tanto el factor de amplificación dinámica es $S=1.5$.

Factor por sobre resistencia (Ω): 2

Coefficiente sísmico = 0.30 (Ecuación Arto. 24)

Sin embargo, se revisa el coeficiente sísmico mínimo dado por la expresión S_{a0}

C Mínimo= 0.45 por tanto se adopta este ultimo valor

Justificación de los elementos estructurales

Revisión del perlín clavador

Geometría del sistema

Separación máxima entre clavadores = 1.05 m

Longitud libre del clavador = 6.00 m

Pendiente de techo = 5.71°

Esfuerzo de fluencia del acero = $1,512.00 \text{ Kg/cm}^2$

Propiedades geométricas del perlín propuesto

| | | |
|---------|---------|---------------|
| $I_x =$ | 149.011 | cm^4 |
| $I_y =$ | 13.777 | cm^4 |
| $S_x =$ | 19.501 | cm^3 |
| $S_y =$ | 3.720 | cm^3 |

Secuencia de cálculo

| | | |
|---------------------------|----------|------------------|
| Ancho tributario = | 1.05 | m |
| Carga muerta= | 20.00 | Kg/m |
| Carga viva distribuida = | 10.00 | Kg/m |
| Carga viva puntual = | 100.00 | Kg/m |
| Momento aplicado = | 9,075.00 | Kg-cm |
| Esfuerzo de trabajo en X= | 463.06 | Kg/cm^2 |
| Esfuerzo de trabajo en Y= | 242.77 | Kg/cm^2 |
| Relación de esfuerzos = | 0.47 | < 1.00 |

Usar perlín de 2"x6"x1/16"

Análisis de la estructura principal:

Cargas de diseño:

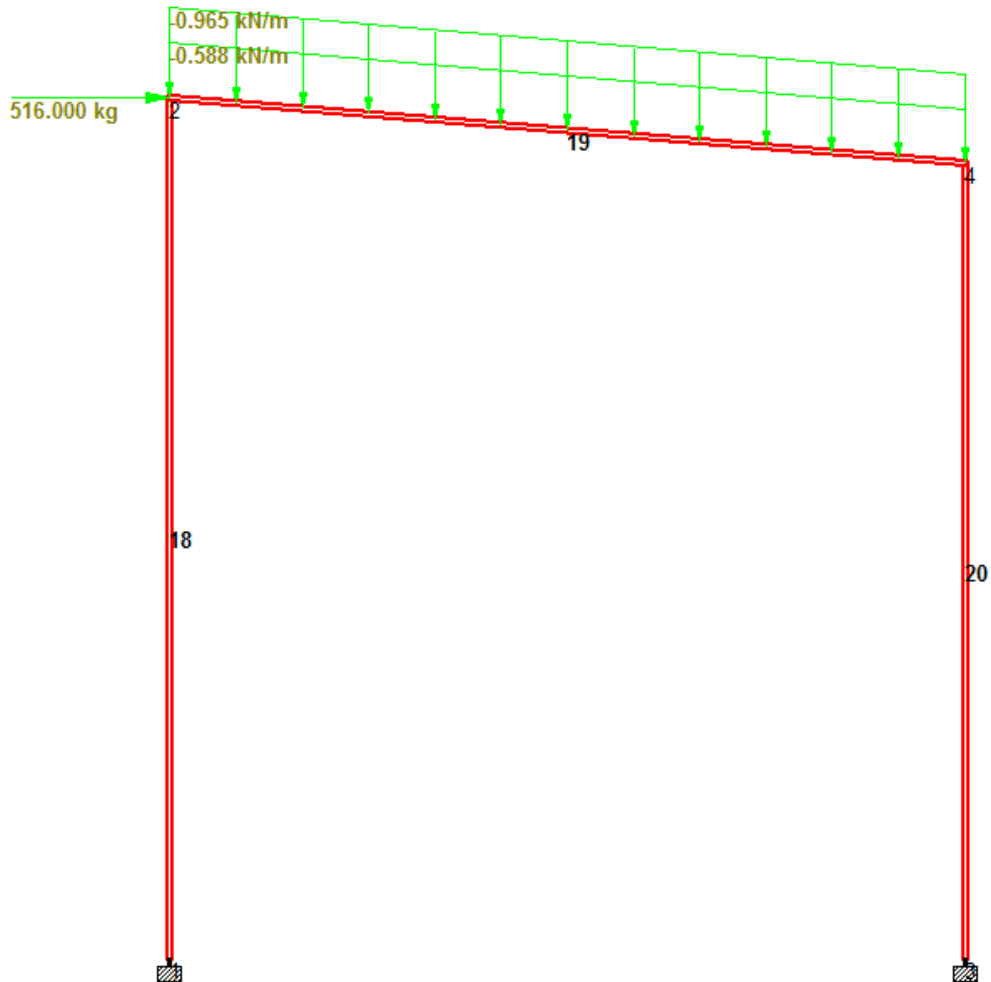
| | |
|-----------------------|------------|
| Ancho Tributario | 6.00 m |
| Carga Muerta | 98.40 Kg/m |
| Carga Viva | 60.00 Kg/m |
| Carga Viva Reducida | 60.00 Kg/m |
| Peso de la estructura | Kg |

950.40

Carga Sísmica

430.00 Kg

A continuación se presenta el modelo geométrico en dos dimensiones desarrollado en el programa computacional STADDPro.2007



Modelo geométrico bajo la combinación de carga crítica

Al entrar las secciones propuestas y cargas de diseño se obtuvo el siguiente fichero de entrada y salida.

Fichero de entrada y salida del programa

1. STAAD PLANE
INPUT FILE: Marco Principal UNAN.STD
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 02-MAR-11
4. JOB NAME MARCO PRINCIPAL UNAN

5. JOB CLIENT UNAN
6. END JOB INFORMATION
7. INPUT WIDTH 79
8. UNIT CM KG
9. JOINT COORDINATES
10. 1 0 0 0; 2 0 650 0; 3 600 0 0; 4 600 600 0
11. MEMBER INCIDENCES
12. 18 1 2; 19 2 4; 20 3 4
13. DEFINE MATERIAL START
14. ISOTROPIC STEEL
15. E 2.09042E+006
16. POISSON 0.3
17. DENSITY 0.00783341
18. ALPHA 1.2E-005
19. DAMP 0.03
20. END DEFINE MATERIAL
21. MEMBER PROPERTY AMERICAN
22. 18 TO 20 TABLE ST HSST8X4X0.125
23. CONSTANTS
24. MATERIAL STEEL ALL
25. SUPPORTS
26. 1 3 FIXED
27. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE CM
28. SELFWEIGHT Y -1 LIST 18 TO 20
29. MEMBER LOAD
30. 19 UNI GY -0.984
31. LOAD 2 LOADTYPE NONE TITLE CV
32. MEMBER LOAD
33. 19 UNI GY -0.6
34. LOAD 3 LOADTYPE NONE TITLE SISMO
35. JOINT LOAD
36. 2 FX 430.00
37. LOAD COMB 4 CM+CV
38. 1 1.0 2 1.0
39. LOAD COMB 5 0.8CM+S
40. 1 0.8 3 1.0
41. LOAD COMB 6 COMBINATION LOAD CASE 6
42. 1 1.0 2 1.0 3 1.2
43. PERFORM ANALYSIS
44. PRINT ANALYSIS RESULTS

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT LOAD X-TRANS Y-TRANS Z-TRANS X-ROTAN Y-ROTAN Z-ROTAN

| | | | | | | | |
|---|---|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| 1 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 4 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 6 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | -0.0489 | -0.0068 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0017 |
| | 2 | -0.0261 | -0.0032 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0009 |
| | 3 | 3.1101 | 0.0038 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0026 |
| | 4 | -0.0750 | -0.0100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0027 |
| | 5 | 3.0710 | -0.0016 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0040 |
| | 6 | 3.6571 | -0.0054 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0058 |
| 3 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 4 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 6 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 1 | -0.0497 | -0.0063 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0018 |
| | 2 | -0.0266 | -0.0030 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0009 |
| | 3 | 3.1054 | -0.0035 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0032 |
| | 4 | -0.0763 | -0.0093 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0027 |
| | 5 | 3.0656 | -0.0085 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0018 |
| | 6 | 3.6501 | -0.0135 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -0.0012 |

SUPPORT REACTIONS -UNIT KG CM STRUCTURE TYPE = PLANE

JOINT LOAD FORCE-X FORCE-Y FORCE-Z MOM-X MOM-Y MOM Z

| | | | | | | | |
|---|---|---------|---------|------|------|------|-----------|
| 1 | 1 | 52.94 | 422.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -11898.05 |
| | 2 | 28.35 | 178.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -6371.08 |
| | 3 | -195.48 | -211.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 71563.74 |
| | 4 | 81.29 | 601.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -18269.13 |
| | 5 | -153.12 | 126.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 62045.29 |
| | 6 | -153.28 | 348.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 67607.35 |
| 3 | 1 | -52.94 | 422.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10001.40 |
| | 2 | -28.35 | 182.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5356.00 |
| | 3 | -234.52 | 211.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 81118.15 |
| | 4 | -81.29 | 604.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15357.40 |
| | 5 | -276.88 | 549.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 89119.27 |

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]

6 -362.72 858.29 0.00 0.00 0.00 112699.18

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = PLANE

ALL UNITS ARE -- KG CM (LOCAL)

MEMBER LOAD JT AXIAL SHEAR-Y SHEAR-Z MOM-Y MOM-Z

| | | | | | | | |
|----|---|---|---------------|---------------|------|------|------------------|
| 18 | 1 | 1 | 422.83 | -52.94 | 0.00 | 0.00 | -11898.05 |
| | | 2 | -334.14 | 52.94 | 0.00 | 0.00 | -22514.04 |
| | 2 | 1 | 178.93 | -28.35 | 0.00 | 0.00 | -6371.08 |
| | | 2 | -178.93 | 28.35 | 0.00 | 0.00 | -12056.49 |
| | 3 | 1 | -211.36 | 195.48 | 0.00 | 0.00 | 71563.74 |
| | | 2 | 211.36 | -195.48 | 0.00 | 0.00 | 55495.66 |
| | 4 | 1 | 601.77 | -81.29 | 0.00 | 0.00 | -18269.13 |
| | | 2 | -513.07 | 81.29 | 0.00 | 0.00 | -34570.54 |
| | 5 | 1 | 126.90 | 153.12 | 0.00 | 0.00 | 62045.30 |
| | | 2 | -55.95 | -153.12 | 0.00 | 0.00 | 37484.42 |
| | 6 | 1 | 348.13 | 153.28 | 0.00 | 0.00 | 67607.36 |
| | | 2 | -259.44 | -153.28 | 0.00 | 0.00 | 32024.26 |
| 19 | 1 | 2 | 25.01 | 337.38 | 0.00 | 0.00 | 22514.04 |
| | | 4 | -81.03 | 334.89 | 0.00 | 0.00 | -21763.62 |
| | 2 | 2 | 13.39 | 180.67 | 0.00 | 0.00 | 12056.49 |
| | | 4 | -43.39 | 179.33 | 0.00 | 0.00 | -11654.07 |
| | 3 | 2 | 251.27 | -191.16 | 0.00 | 0.00 | -55495.66 |
| | | 4 | -251.27 | 191.16 | 0.00 | 0.00 | -59596.25 |
| | 4 | 2 | 38.40 | 518.05 | 0.00 | 0.00 | 34570.54 |
| | | 4 | -124.43 | 514.22 | 0.00 | 0.00 | -33417.68 |
| | 5 | 2 | 271.27 | 78.75 | 0.00 | 0.00 | -37484.42 |
| | | 4 | -316.09 | 459.07 | 0.00 | 0.00 | -77007.16 |
| | 6 | 2 | 339.92 | 288.66 | 0.00 | 0.00 | -32024.26 |
| | | 4 | -425.95 | 743.61 | 0.00 | 0.00 | -104933.20 |
| 20 | 1 | 3 | 422.33 | 52.94 | 0.00 | 0.00 | 10001.40 |
| | | 4 | -340.46 | -52.94 | 0.00 | 0.00 | 21763.62 |
| | 2 | 3 | 182.32 | 28.35 | 0.00 | 0.00 | 5356.00 |
| | | 4 | -182.32 | -28.35 | 0.00 | 0.00 | 11654.07 |
| | 3 | 3 | 211.36 | 234.52 | 0.00 | 0.00 | 81118.15 |
| | | 4 | -211.36 | -234.52 | 0.00 | 0.00 | 59596.25 |
| | 4 | 3 | 604.65 | 81.29 | 0.00 | 0.00 | 15357.40 |
| | | 4 | -522.78 | -81.29 | 0.00 | 0.00 | 33417.68 |
| | 5 | 3 | 549.23 | 276.88 | 0.00 | 0.00 | 89119.27 |
| | | 4 | -483.73 | -276.88 | 0.00 | 0.00 | 77007.16 |
| | 6 | 3 | <u>858.29</u> | <u>362.72</u> | 0.00 | 0.00 | <u>112699.18</u> |

4 -776.41 -362.72 0.00 0.00 104933.20

45. FINISH

Conclusiones sobre el análisis del edificio principal

Debe recordarse que lo anterior es el análisis únicamente del marco que se propone como la solución estructural del edificio, todavía no se ha procedido al diseño o revisión definitiva de la estructura, debe observarse un detalle importante en esta corrida del programa:

En el caso del nodo 2 del elemento número 18 (Columna de 6.60 m de altura) se da un desplazamiento de 4.87 cm, la distorsión de este nodo es igual al desplazamiento lateral entre la altura del elemento número 18 es decir:

$$D = 4.870/660 = 0.007$$

El RNC-07 en la tabla 4 de la página 36 define las "Distorsiones máximas permitidas", para el caso de los marcos dúctiles de acero la distorsión máxima es de 0.03, aunque parece relevante un desplazamiento de casi 5 cm en una columna, este mismo desplazamiento está dentro de los criterios de servicio.

Para el caso del diseño de las columnas se tomaron-como es lógico- las condiciones críticas, es decir las fuerzas internas desarrolladas en el elemento número 20 bajo la combinación de carga número 6.

Momento de diseño = 1,126.99 Kg-m
Carga axial de diseño = 858.50 Kg
Cortante de diseño= 363.00 Kg

Lo más práctico para el proceso constructivo es usar la misma sección para todo el marco.

Diseño de la columna metálica

Para este caso de utilizo una ayuda de diseño preparada en Microsoft Excel, el método y secuencia de cálculo está basado en la sección 13-12 del libro "Mecánica de Materiales" de Egor P. Popov, edición de 1997.

Propiedades del material:

| | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|
| Módulo de elasticidad del acero, E = | 2,100,000.00 | kg/cm ² |
| Punto de fluencia del acero, Fy = | 2,520.00 | kg/cm ² |

Geometría de la columna:

| | | |
|---------------------------------|----------|------|
| Altura de la Columna = | 6.00 | m |
| Longitud no arriostrada eje Y = | 6.00 | m |
| Momento aplicado = | 1,229.33 | kg-m |
| Carga Axial = | 884.95 | kg |
| Cortante = | 367.56 | kg |

Sección propuesta:

| | |
|-----------|-------|
| Base = | 4.000 |
| Altura= | 8.000 |
| Espesor = | 0.125 |

Propiedades de la sección:

| | | |
|---------|----------|-----|
| ly = | 358.34 | cm4 |
| lx = | 1,049.02 | cm4 |
| Sy = | 70.54 | cm3 |
| Sx = | 103.25 | cm3 |
| A = | 18.95 | cm2 |
| ry = | 4.35 | cm |
| rx = | 7.44 | cm |
| kL/ry = | 193.18 | |
| kL/rx = | 112.90 | |

Esfuerzos sobre la columna:

| | | | |
|-----|----------|--------|-------------------------------------|
| Fa= | 289.77 | kg/cm2 | Esfuerzo permisible para compresión |
| fa= | 46.70 | kg/cm2 | Esfuerzo calculado de compresión |
| Fb= | 1,512.00 | kg/cm2 | Esfuerzo permisible para flexión |
| fb= | 1,190.64 | kg/cm3 | Esfuerzo calculado de flexión |

Corrección de los esfuerzos por flexión:

| | |
|------------------------------|--------|
| Esfuerzo critico de pandeo = | 848.31 |
| Cm = | 0.85 |
| Factor de amplificación = | 0.90 |
| fb/Fb (Corregido) = | 0.71 |

Relación de Esfuerzos = 0.87 LA SECCION ES SATISFACTORIA

Diseño de pernos de anclaje y placa base

Si la sección de la columna es de 4"x8", la sección de la placa base y el pedestal debe tener por lo menos un sobre ancho de 3" a cada lado, para que no se presenten problemas en la colocación de los pernos de anclaje y el acero principal del pedestal. Proponiendo el tamaño del pedestal solo deberá calcular el espesor de la platina.

Por tanto la sección del pedestal será de 10"x14", esta sección debe ser capaz de resistir el aplastamiento:

La capacidad de la sección de 10"x14" a compresión pura es:

$$P_{Max.} = 0.85 (210.00) (25.00) (35.00) = 156,187.50 \text{ Kg} = 156.18 \text{ Ton.}$$

La sección propuesta del pedestal está sobrada para soportar la carga axial proveniente de la columna.

Geometría del Sistema:

Ancho de columna = 4"

Altura de columna = 8"

Ancho de placa = 10"

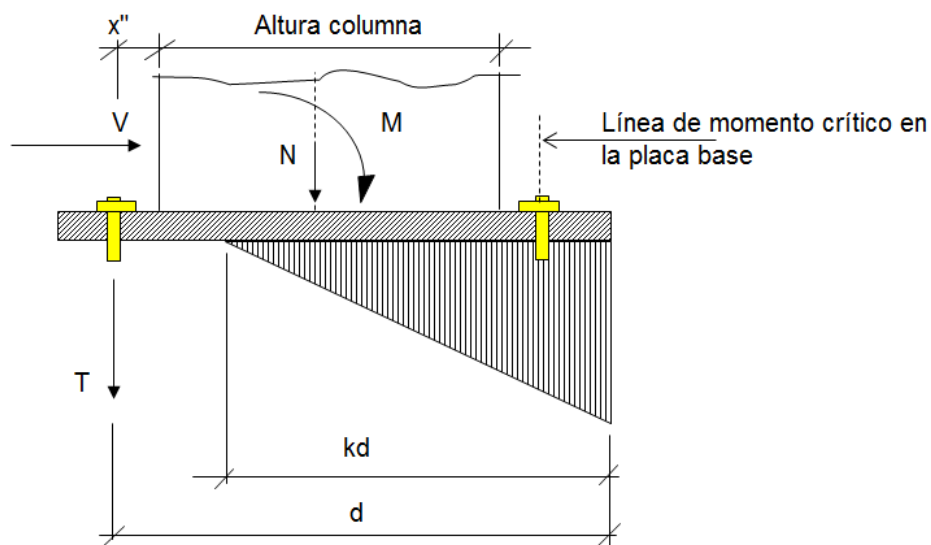
Altura de placa = 14"

Reacciones sobre la placa base:

$$M = 1,444.50 \text{ kg-m}$$

$$N = 941.00 \text{ kg}$$

$$V = 454.50 \text{ kg}$$



Por equilibrio de fuerzas verticales

$$\Sigma F_y = 0 = T + N - 0.5 f' c kd B_2$$

Donde:

$$T = \quad \alpha kd - N$$

$$a = \quad 5.63$$

$$N = \quad 2.07$$

$$\Sigma M = 0 = bT + akd (D_2/2 - kd/3) - M$$

Donde:

$$b = 0.5D_1 + x$$

$$x = \quad 1.50 \quad \text{plg}$$

$$b = \quad 5.50 \quad \text{plg}$$

Despejando y resolviendo el sistema de 2 ecuaciones:

$$kd = \quad 2.12 \quad \text{plg}$$

$$T = \quad 9.86 \quad \text{kips}$$

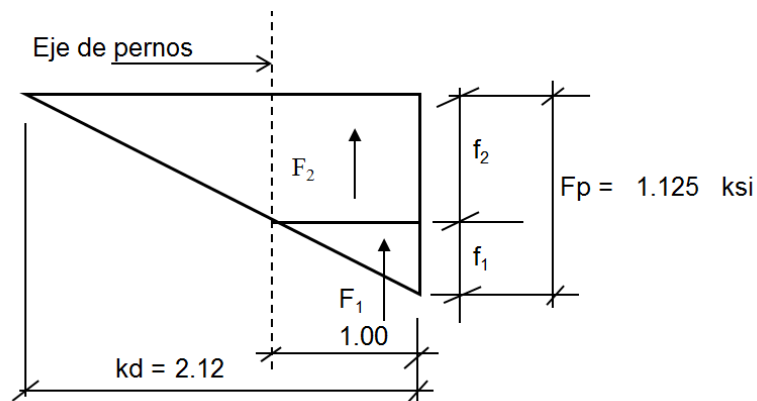
Para pernos A-307

$F_t = 0.40 (90.00) = 36.00 \text{ KSI}$ (Fuerza de tracción permisible)

Área requerida de pernos = $9.86/36.00 = 0.27 \text{ Pulg.}^2$

| Perno | Área de perno (cm ²) | Cantidad Calculada | Cantidad a usar |
|-------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| No. 3 | 0.71 | 2.49 | 3 |
| No. 4 | 1.27 | 1.39 | 2 |
| No. 5 | 1.99 | 0.89 | 2 |
| No. 6 | 2.85 | 0.62 | 2 |
| No. 7 | 3.85 | 0.46 | 1 |
| No. 8 | 5.07 | 0.35 | 1 |

Espesor de la placa



Se calcula ahora la flexión en el eje de colocación de los pernos

$$f_1 = 0.53 \text{ ksi (por semejanza de triángulos)}$$

$$f_2 = 0.59 \text{ ksi}$$

$$F_1 = 1.06 \text{ kips para un ancho igual a la dimensión de la columna}$$

$$F_2 = 2.38 \text{ kips para un ancho igual a la dimensión de la columna}$$

| F | F (kips) | Brazo (plg) | M (k-plg) |
|-------|----------|-------------|-----------|
| F_1 | 1.061 | 0.667 | 0.707 |
| F_2 | 2.378 | 0.500 | 1.189 |
| | | $\Sigma =$ | 1.896 |

Teniendo el momento y sobre la placa y con la propuesta del ancho de la misma, se tiene:

$$F_b = M / S = 6 M / (B1T^2) = 23.76 \text{ KSI}$$

Despejando T

$$T = 0.34 \text{ Pulg.}$$

Al espesor calculado, se le suma 1/16 de pulgada por corrosión.

Por tanto usar placa base de 10"x14"x1/2" con 4 pernos A-307 de 1/2 pulgada de diámetro.

Revisión por flexión del pedestal

Anteriormente se demostró que la sección del pedestal no fallara por compresión, ahora se calculara el acero de refuerzo principal.

Para este caso se utilizó una ayuda de diseño preparada en Microsoft Excel, el método y secuencia de cálculo está basada en el apéndice C del libro "Diseño de estructuras de concreto reforzado de Jack McCormac 5ta edición.

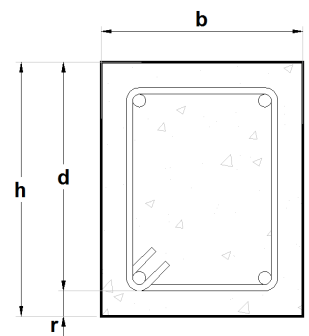
Momento de diseño = 1,127.00 kg-m

Propiedades de los materiales:

Resistencia del concreto = 210.00 kg/cm²
 Punto de fluencia del refuerzo = 2,800.00 kg/cm²

Sección propuesta de columna:

Ancho de la sección, b = 25.00 cm
 Altura total de la sección, h = 35.00 cm
 Recubrimiento, r = 3.00 cm
 Peralte efectivo, d = 32.00 cm



Rangos en la cantidad de acero:

Porcentaje de acero balanceado = 0.037
 Razón de acero máximo = 0.028
 Razón de acero mínimo = 0.005
 Cantidad de acero máximo = 22.30 cm²
 Cantidad de acero mínimo = 4.08 cm²

Acero propuesto :

Varilla numero = 6.00
 Cantidad de varillas por capa = 2.00
 Cantidad de acero propuesto = 5.70 cm²
 Razón de acero propuesto = 0.007

Momento resistente = 4,347.91 Kg-m

El acero propuesto es menor que el máximo, OK

El acero propuesto es mayor que el mínimo, OK

El momento resistente es mayor que el aplicado, OK

Por tanto usar el pedestal de 0.25x0.35 con 4 varillas numero 6.

Calculo de la zapata

Se utilizo una ayuda de diseño preparada en Microsoft Excel, el método y secuencia de cálculo está basada en la sección 11.12 y 12.6 del libro "Diseño de estructuras de concreto reforzado de Jack McCormac 5ta edición.

| | |
|----------------------------|---------------|
| Momento desde la columna = | 1,127.00 kg-m |
| Momento de diseño = | 563.50 kg-m |
| Carga normal de diseño = | 859.00 Kg |

Propiedades de los materiales:

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Resistencia del concreto = | 210.00 kg/cm ² |
| Punto de fluencia del refuerzo= | 2,800.00 kg/cm ² |
| Capacidad soporte del suelo = | 1.00 kg/cm ² |
| Peso volumétrico del suelo = | 1,600.00 kg/m ³ |

Dimensiones del pedestal:

| | |
|---------------------------------|--------|
| Ancho de la sección, b = | 0.25 m |
| Altura total de la sección, h = | 0.35 m |

Dimensiones propuestas de la zapata:

| | |
|----------------------------|--------|
| Ancho de la zapata, B = | 0.90 m |
| Longitud de la zapata, L = | 0.90 m |
| Espesor de la zapata, t = | 0.25 m |
| Nivel de desplante Df = | 0.70 m |

Análisis de carga:

| | |
|------------------------|-------------|
| Normal N = | 859.00 Kg |
| Peso de suelo, Ws = | 520.20 Kg |
| Peso de pedestal, Wp = | 94.50 Kg |
| Peso de zapata, Wz = | 486.00 Kg |
| Normal total, W = | 1,959.70 Kg |

Excentricidad de carga = 0.29 m
Distancia B/6 = 0.15 m

Presión de contacto:

La normal cae fuera del núcleo de la zapata
Presión transmitida al suelo = 0.89 kg/cm²
La presión transmitida es menor que Q

Revisión por cortante:

Perímetro de corte = 1.90 m
Área transversal de corte = 0.33 m

Normal previa a zapata= 1,473.70 Kg

Cortante por punzonamiento = 0.89 kg/cm²
OK, el concreto absorbe el cortante

Cortante de viga = 1.68 kg/cm²
OK, el concreto absorbe el cortante

Acero en la zapata:

Acero mínimo en B = 5.63 cm²
Acero mínimo en L = 5.63 cm²

5.43 Varillas N° 4 como mínimo

5.43 Varillas N° 4 como mínimo

Longitud de voladizo en zapata = 0.28 m
Momento sobre voladizo = 340.31 Kg-m

Acero por flexión, considerando que $j_d = 0.95$

Acero mínimo por flexión = 0.81 cm²

Prevalece el acero mínimo sobre el acero por flexión

Usar zapata de 0.90x0.90x0.25, 6 Varillas N° 4 en A/D

Diseño de platinas y uniones

Momento sobre la viga = 1,282.60 Kg-m = 111.30 Kips-Pulg.

Peralte de la viga = 8 Pulgadas

Fuerza de tracción = $111.30 / 8.00 = 13.90$ Kips

Se propone una platina de 3.5 "de ancho, para el acero estructural A-36, se tiene una capacidad en tracción de

$F_y = 0.60 (36.00) = 21.60$ KSI, el espesor esta dado por

$t = (13.90)/(3.5(21.6)) = 0.18$ " como mínimo

Se usara una platina de 1/4" de espesor

La longitud de la platina está en función de la longitud de soldadura requerida.

Para la soldadura E60 se tiene que su capacidad a tracción esta dada por la expresión:

9.6DL=T

Entonces $L = T/9.6D$ por tanto

$L = 13.90/(9.6(0.125)) = 11.60$ Pulgadas para ambas caras, para una sola cara 5.8", deberá usarse 7".

Finalmente la platina quedara de 3.5"x7"x1/4" como mínimo.

La platina en compresión se dejara de igual espesor sin embargo tendrá un ancho mayor, esta platina será de 3.5"x7"x1/4" como mínimo.

Zapata corrida para muro perimetral de mampostería reforzada

En particular, esta zapata se diseño para soportar únicamente la carga la carga vertical.

Peso del muro de mampostería reforzada = 260.00 Kg/m²

Carga vertical de muro = $(260.00) (1.80) = 468.00$ Kg/m

| | |
|----------------------------|-----------|
| Momento desde la columna = | 0.00 kg-m |
| Momento de diseño = | 0.00 kg-m |
| Carga normal de diseño = | 468.00 Kg |

Propiedades de los materiales:

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Resistencia del concreto = | 210.00 kg/cm ² |
| Punto de fluencia del refuerzo= | 2,800.00 kg/cm ² |
| Capacidad soporte del suelo = | 1.00 kg/cm ² |
| Peso volumétrico del suelo = | 1,600.00 kg/m ³ |

Dimensiones del pedestal:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Ancho de la sección, $b =$ | 1.00 m |
| Altura total de la sección, $h =$ | 0.15 m |

Dimensiones propuestas de la zapata:

| | |
|------------------------------|--------|
| Ancho de la zapata, $B =$ | 0.45 m |
| Longitud de la zapata, $L =$ | 6.00 m |
| Espesor de la zapata, $t =$ | 0.25 m |
| Nivel de desplante $Df =$ | 0.70 m |

Análisis de carga:

| | |
|--------------------------|-------------|
| Normal $N =$ | 468.00 Kg |
| Peso de suelo, $Ws =$ | 1,836.00 Kg |
| Peso de pedestal, $Wp =$ | 162.00 Kg |
| Peso de zapata, $Wz =$ | 1,620.00 Kg |
| Normal total, $W =$ | 4,086.00 Kg |

| | |
|--------------------------|--------|
| Excentricidad de carga = | - m |
| Distancia $B/6 =$ | 0.08 m |

Presión de contacto:

| | |
|--|-------------------------|
| La normal cae dentro del núcleo de la zapata | |
| Presión transmitida al suelo = | 0.15 kg/cm ² |
| La presión transmitida es menor que q | |

Revisión por cortante:

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Perímetro de corte = | 3.00 m |
| Área transversal de corte = | 0.53 m |
| Normal previa a zapata= | 2,466.00 Kg |
| Cortante por punzonamiento = | 0.94 kg/cm ² |
| OK, el concreto absorbe el cortante | |
| Cortante de viga = | 2.82 kg/cm ² |
| OK, el concreto absorbe el cortante | |

Acero en la zapata:

Acero mínimo en B = 2.81 cm²
Acero mínimo en L = 37.50 cm²

3.21 Varillas N° 4 como mínimo
30.53 Varillas N° 4 como mínimo

Longitud de voladizo en zapata = 0.15 m
Momento sobre voladizo = 50.63 Kg-m

Acero por flexión, considerando que $j_d = 0.95$

Acero mínimo por flexión = 0.12 cm²

Prevalece el acero mínimo sobre el acero por flexión

DISEÑO DE EDIFICIO COMPLEMENTARIO

Este edificio se proyecta a construirse en base al sistema de mampostería confinada.

Análisis de Carga

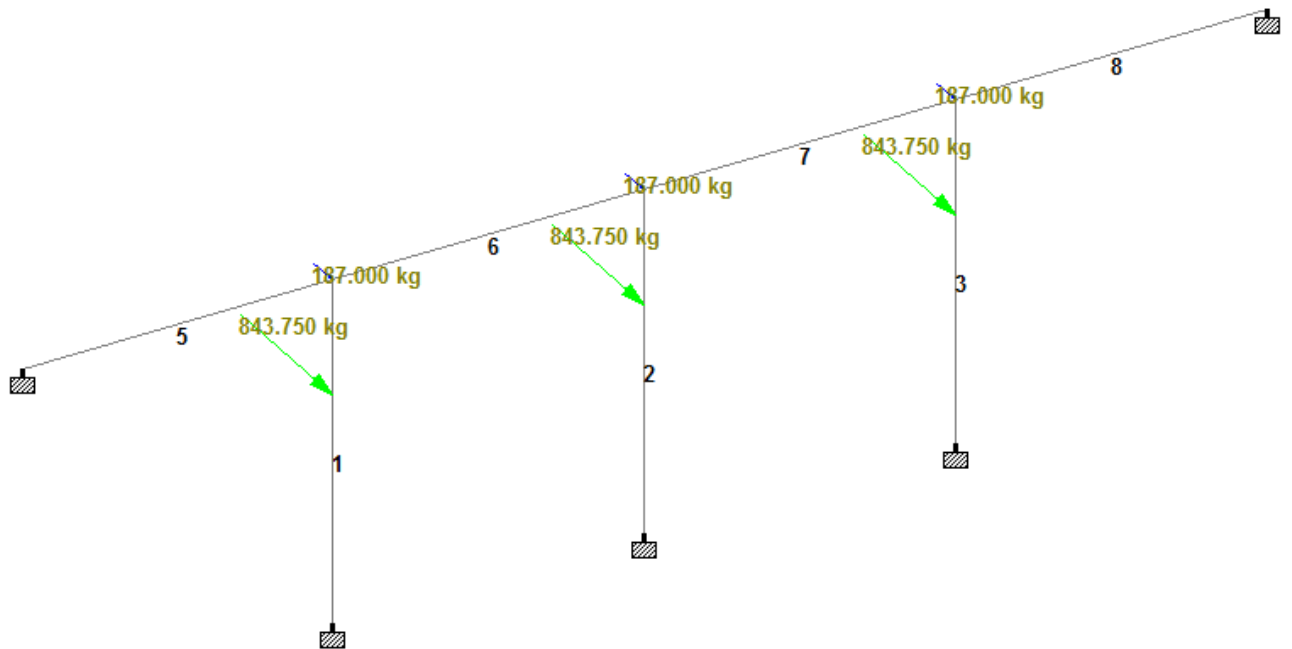
Carga de techo = 40.00 Kg/m²

Carga de pared = 220.00 Kg/m²

$F = 0.47 (40.00) (2.72) (3.67) = 187.00 \text{ Kg}$

$F = 0.47 (220.00) (0.5) (2.72) (3.00) (2.00) = 843.75 \text{ Kg}$

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]



Fichero de entrada y salida del programa

```
1. STAAD SPACE
INPUT FILE: EDIFICIO 1 PLANTA UNAN.STD
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 01-OCT-11
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT CM KG
7. JOINT COORDINATES
8. 2 272 0 0; 3 544 0 0; 4 816 0 0; 7 0 300 0; 8 272 300 0; 9 544 300 0
9. 10 816 300 0; 11 1088 300 0
10. MEMBER INCIDENCES
11. 1 2 8; 2 3 9; 3 4 10; 5 7 8; 6 8 9; 7 9 10; 8 10 11
12. DEFINE MATERIAL START
13. ISOTROPIC CONCRETE
14. E 221467
15. POISSON 0.17
16. DENSITY 0.00240262
17. ALPHA 1E-005
18. DAMP 0.05
19. END DEFINE MATERIAL
20. MEMBER PROPERTY AMERICAN
21. 1 TO 3 PRIS YD 20 ZD 20
22. 5 TO 8 PRIS YD 15 ZD 20
```

- 23. CONSTANTS
- 24. MATERIAL CONCRETE ALL
- 25. SUPPORTS
- 26. 2 TO 4 7 11 FIXED
- 27. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE CARGA TOTAL
- 28. SELFWEIGHT Y -1 LIST 1 TO 3 5 TO 8
- 29. JOINT LOAD
- 30. 8 TO 10 FZ 187
- 31. MEMBER LOAD
- 32. 1 TO 3 CON GZ 843.75 200
- 33. PERFORM ANALYSIS

JOINT DISPLACEMENT (CM RADIANS) STRUCTURE TYPE = SPACE

 JOINT LOAD X-TRANS Y-TRANS Z-TRANS X-ROTAN Y-ROTAN Z-ROTAN

| | | | | | | | |
|----|---|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| 2 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 1 | 0.0000 | -0.0011 | 0.7446 | 0.0027 | -0.0030 | 0.0000 |
| 9 | 1 | 0.0000 | -0.0012 | 1.2076 | 0.0046 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 1 | 0.0000 | -0.0011 | 0.7446 | 0.0027 | 0.0030 | 0.0000 |
| 11 | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

SUPPORT REACTIONS -UNIT KG CM STRUCTURE TYPE = SPACE

 JOINT LOAD FORCE-X FORCE-Y FORCE-Z MOM-X MOM-Y MOM Z

| | | | | | | | |
|----|---|-------|---------------|---------|-------------------|-----------|----------|
| 2 | 1 | 0.30 | 483.52 | -664.27 | -111891.63 | 21239.62 | -29.52 |
| 3 | 1 | 0.00 | 484.67 | -883.31 | -164042.89 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 1 | -0.30 | 483.52 | -664.27 | -111891.63 | -21239.62 | 29.52 |
| 7 | 1 | -0.15 | 98.72 | -440.20 | -11301.18 | 84194.58 | 4545.16 |
| 11 | 1 | 0.15 | 98.72 | -440.20 | -11301.18 | -84194.58 | -4545.16 |

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

 ALL UNITS ARE -- KG CM (LOCAL)

MEMBER LOAD JT AXIAL SHEAR-Y SHEAR-Z TORSION MOM-Y
MOM-Z

| | | | | | | | | |
|---|---|----|---------|-------|---------|-----------|------------------|----------|
| 1 | 1 | 2 | 483.52 | -0.30 | -664.27 | 21239.62 | 111891.63 | -29.52 |
| | | 8 | -195.21 | 0.30 | -179.48 | -21239.62 | 3014.13 | -59.70 |
| 2 | 1 | 3 | 484.67 | 0.00 | -883.31 | 0.00 | 164042.89 | 0.00 |
| | | 9 | -196.36 | 0.00 | 39.56 | 0.00 | 16574.10 | 0.00 |
| 3 | 1 | 4 | 483.52 | 0.30 | -664.27 | -21239.62 | 111891.63 | 29.52 |
| | | 10 | -195.21 | -0.30 | -179.48 | 21239.62 | 3014.13 | 59.70 |
| 5 | 1 | 7 | -0.15 | 98.72 | -440.20 | -11301.18 | 84194.58 | 4545.16 |
| | | 8 | 0.15 | 97.33 | 440.20 | 11301.18 | 35540.50 | -4356.66 |
| 6 | 1 | 8 | 0.15 | 97.88 | -73.72 | -8287.05 | -14300.89 | 4416.36 |
| | | 9 | -0.15 | 98.18 | 73.72 | 8287.05 | 34353.19 | -4457.37 |
| 7 | 1 | 9 | 0.15 | 98.18 | 73.72 | 8287.05 | -34353.19 | 4457.37 |
| | | 10 | -0.15 | 97.88 | -73.72 | -8287.05 | 14300.89 | -4416.36 |
| 8 | 1 | 10 | -0.15 | 97.33 | 440.20 | 11301.18 | -35540.50 | 4356.66 |
| | | 11 | 0.15 | 98.72 | -440.20 | -11301.18 | -84194.58 | -4545.16 |

Diseño de las columnas

Momento de diseño = 1,640.00 kg-m

Propiedades de los materiales:

Resistencia del concreto = 210.00 kg/cm²

Punto de fluencia del refuerzo= 2,800.00 kg/cm²

Sección propuesta de columna:

Ancho de la sección, b = 20.00 cm

Altura total de la sección, h = 25.00 cm

Recubrimiento, r = 3.00 cm

Peralte efectivo, d = 22.00 cm

Rangos en la cantidad de acero:

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Porcentaje de acero balanceado = | 0.037 |
| Razón de acero máximo = | 0.028 |
| Razón de acero mínimo = | 0.005 |
| Cantidad de acero máximo = | 12.27 cm ² |
| Cantidad de acero mínimo = | 2.24 cm ² |

Acero propuesto :

| | |
|---------------------------------|----------------------|
| Varilla numero = | 5.00 |
| Cantidad de varillas por capa = | 2.00 |
| Cantidad de acero propuesto = | 3.96 cm ² |
| Razón de acero propuesto = | 0.009 |

Momento resistente = 2,044.61 Kg-m

El acero propuesto es menor que el máximo, OK

El acero propuesto es mayor que el mínimo, OK

El momento resistente es mayor que el aplicado, OK

Usar columnas de 0.20x0.25 con 4 N° 5, estribos N° 3, para las esquinas donde existen paredes ortogonales al eje analizado, usar columnas de 0.20x0.20 con 4 N° 4 y estribos N° 2.

Revisión de viga corona

En este caso el ancho de viga corresponde a la dimensión en el plano del muro debido a que la flexión es aplicada perpendicularmente a este eje.

Momento de diseño = 842.00 kg-m

Propiedades de los materiales:

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Resistencia del concreto = | 210.00 kg/cm ² |
| Punto de fluencia del refuerzo= | 2,800.00 kg/cm ² |

Sección propuesta de columna:

| | |
|---------------------------------|----------|
| Ancho de la sección, b = | 20.00 cm |
| Altura total de la sección, h = | 20.00 cm |
| Recubrimiento, r = | 3.00 cm |

Peralte efectivo, $d =$ 17.00 cm

Rangos en la cantidad de acero:

Porcentaje de acero balanceado = 0.037
Razón de acero máximo = 0.028
Razón de acero mínimo = 0.005
Cantidad de acero máximo = 9.48 cm²
Cantidad de acero mínimo = 1.73 cm²

Acero propuesto :

Varilla numero = 4.00
Cantidad de varillas por capa = 2.00
Cantidad de acero propuesto = 2.53 cm²
Razón de acero propuesto = 0.007

Momento resistente = 1,023.90 Kg-m

El acero propuesto es menor que el máximo, OK

El acero propuesto es mayor que el mínimo, OK

El momento resistente es mayor que el aplicado, OK

Diseño de la zapata

Momento desde la columna = 1,640.00 kg-m
Momento de diseño = 820.00 kg-m
Carga normal de diseño = 485.00 Kg

Propiedades de los materiales:

Resistencia del concreto = 210.00 kg/cm²
Punto de fluencia del refuerzo = 2,800.00 kg/cm²
Capacidad soporte del suelo = 1.00 kg/cm²
Peso volumétrico del suelo = 1,600.00 kg/m³

Dimensiones del pedestal:

Ancho de la sección, $b =$ 0.20 m
Altura total de la sección, $h =$ 0.25 m

Dimensiones propuestas de la zapata:

| | | |
|----------------------------|------|---|
| Ancho de la zapata, B = | 0.70 | m |
| Longitud de la zapata, L = | 2.72 | m |
| Espesor de la zapata, t = | 0.25 | m |
| Nivel de desplante Df = | 0.70 | m |

Análisis de carga:

| | | |
|------------------------|-----------------|----|
| Normal N = | 485.00 | Kg |
| Peso de suelo, Ws = | 1,334.88 | Kg |
| Peso de pedestal, Wp = | 54.00 | Kg |
| Peso de zapata, Wz = | <u>1,142.40</u> | Kg |
| Normal total, W = | 3,016.28 | Kg |

| | | |
|--------------------------|------|---|
| Excentricidad de carga = | 0.27 | m |
| Distancia B/6 = | 0.12 | m |

Presión de contacto:

| | |
|---|-------------------------|
| La normal cae fuera del núcleo de la zapata | |
| Presión transmitida al suelo = | 0.95 kg/cm ² |
| La presión transmitida es menor que q | |

Revisión por cortante:

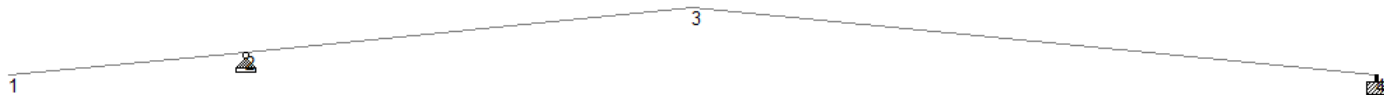
| | | |
|-------------------------------------|----------|--------------------|
| Perímetro de corte = | 1.60 | m |
| Área transversal de corte = | 0.28 | m |
| Normal previa a zapata= | 1,873.88 | Kg |
| Cortante por punzonamiento = | 1.34 | kg/cm ² |
| OK, el concreto absorbe el cortante | | |
| Cortante de viga = | 2.14 | kg/cm ² |
| OK, el concreto absorbe el cortante | | |

Acero en la zapata:

| | | |
|---------------------|-------|-----------------|
| Acero mínimo en B = | 4.38 | cm ² |
| Acero mínimo en L = | 17.00 | cm ² |

4.44 Varillas N° 4 como mínimo
14.39 Varillas N° 4 como mínimo

Longitud de voladizo en zapata = 0.23 m
Momento sobre voladizo = 177.19 Kg-m



Acero por flexión, considerando que $jd = 0.95$

Acero mínimo por flexión = 0.42 cm²

Prevalece el acero mínimo sobre el acero por flexión

Usar zapata corrida 0.70 de ancho, 5 varillas N° 4 longitudinalmente, varilla N° 4 @ 0.18 transversalmente.

Diseño de viga soporte de techo

Se presenta el modelo geométrico analizado:

Fichero de entrada y salida del programa

```
1. STAAD SPACE
INPUT FILE: Structure1.STD
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 09-OCT-11
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT CM KG
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 0; 2 154 15 0; 3 444 44 0; 4 888 0 0
9. MEMBER INCIDENCES
10. 1 1 2; 2 2 3; 3 3 4
11. DEFINE MATERIAL START
12. ISOTROPIC STEEL
13. E 2.09042E+006
14. POISSON 0.3
15. DENSITY 0.00783341
```


16. ALPHA 1.2E-005
17. DAMP 0.03
18. END DEFINE MATERIAL
19. MEMBER PROPERTY AMERICAN
20. 1 TO 3 TABLE ST TUBE TH 0.31 WT 10.16 DT 10.16
21. CONSTANTS
22. MATERIAL STEEL ALL
23. SUPPORTS
24. 2 PINNED
25. 4 FIXED
26. LOAD 1 LOADTYPE NONE TITLE CARGA TOTAL
27. SELFWEIGHT Y -1 LIST 1 TO 3
28. MEMBER LOAD
29. 1 TO 3 UNI GY -1.1
30. 3 CON GY -200 223.085
31. 2 CON GY -200 145.725
32. PERFORM ANALYSIS
33. PARAMETER 1
34. CODE AISC UNIFIED
35. CHECK CODE ALL

ALL UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

| MEMBER | TABLE FX | RESULT/ MY | CRITICAL COND/ MZ | RATIO/ LOCATION | LOADING/ |
|--------|-------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------|
| 1 | ST TUBE | (AISC SECTIONS) | | | |
| | PASS | Clause H1/2 | 0.139 | 1 | |
| | -17.94 T | 0.00 | 14245.44 | 154.73 | |
| 2 | ST TUBE | (AISC SECTIONS) | | | |
| | PASS | Clause H1/2 | 0.320 | 1 | |
| | 3027.80 C | 0.00 | 18163.00 | 291.45 | |
| 3 | ST TUBE | (AISC SECTIONS) | | | |
| | PASS | Clause H1/2 | 0.601 | 1 | |
| | 3097.16 C | 0.00 | 39908.27 | 446.17 | |

36. PRINT MEMBER FORCES ALL

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KG CM (LOCAL)

MEMBER LOAD JT AXIAL SHEAR-Y SHEAR-Z MOM-Y MOM-Z

PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, FIGARS-RURD [2012-2031]

| | | | | | | | |
|---|---|---|------------------------|--------|------|------|-------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 2 | 17.94 | 184.13 | 0.00 | 0.00 | -14245.44 |
| 2 | 1 | 2 | 3082.38 | 259.43 | 0.00 | 0.00 | 14245.44 |
| | | 3 | -3027.80 | 286.32 | 0.00 | 0.00 | -18163.00 |
| 3 | 1 | 3 | 3024.83 | 316.22 | 0.00 | 0.00 | 18163.00 |
| | | 4 | <u>-3097.16</u> | 413.69 | 0.00 | 0.00 | <u>-39908.27</u> |

37. FINISH

En el caso esta viga soporte, por su inclinación no solo se presenta la flexión sino también la compresión, por tal motivo la hoja de cálculo usada para el diseño de columnas de acero podrá usarse para revisar la sección propuesta.

Propiedades del material:

| | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|
| Módulo de elasticidad del acero, E = | 2,100,000.00 | kg/cm ² |
| Punto de fluencia del acero, Fy = | 2,520.00 | kg/cm ² |

Geometría de la viga:

| | | |
|---------------------------------|---------|------|
| Longitud de la viga = | 4.50 | m |
| Longitud no arriostrada eje Y = | 4.50 | m |
| Momento aplicado = | 400.00 | kg-m |
| Carga Axial = | 3097.00 | kg |
| Cortante = | 414.00 | kg |

Sección propuesta:

| | |
|-----------|-------|
| Base = | 4.000 |
| Altura= | 6.000 |
| Espesor = | 0.125 |

Propiedades de la sección:

| | |
|------|------------------------|
| Iy = | 280.18 cm ⁴ |
| Ix = | 524.07 cm ⁴ |
| Sy = | 68.78 cm ³ |
| Sx = | 55.15 cm ³ |
| A = | 15.73 cm ² |
| ry = | 5.77 cm |

| | | |
|---------|--------|----|
| rx = | 4.22 | cm |
| kL/ry = | 109.00 | |
| kL/rx = | 149.00 | |

Esfuerzos sobre la viga:

| | | | |
|-----|----------|--------------------|-------------------------------------|
| Fa= | 485.42 | kg/cm ² | Esfuerzo permisible para compresión |
| fa= | 196.94 | kg/cm ² | Esfuerzo calculado de compresión |
| Fb= | 1,512.00 | kg/cm ² | Esfuerzo permisible para flexión |
| fb= | 581.60 | kg/cm ³ | Esfuerzo calculado de flexión |

Corrección de los esfuerzos por flexión:

| | |
|------------------------------|--------|
| Esfuerzo critico de pandeo = | 907.96 |
| Cm = | 0.85 |
| Factor de amplificación = | 1.09 |
| fb/Fb (Corregido) = | 0.42 |

Relación de Esfuerzos = 0.82 LA SECCION ES SATISFACTORIA

Usar caja de 4"x6"x1/8"

Mejoramientos de suelo

Para el presente proyecto no se realizaron estudios de suelo, por lo que únicamente se asumió una capacidad de carga de 1.00 Kg/cm² y se recomienda un mejoramiento de 0.50 m de profundidad.

Esta profundidad se tomo de acuerdo a un análisis del decrecimiento del esfuerzo transmitido en función de la profundidad.

Existen diferentes formulas y señalamientos en torno a las hipótesis de Boussinesq sobre este tema, sin embargo se ha tomado para el presente trabajo una técnica aproximada utilizada por los ingenieros geotécnicos llamado método 2:1, el cual considera que el esfuerzo se difunde desde la zapata en líneas con pendiente 2:1. La formula básica es:

$$\Delta q = QBL / [(B+z) (L+z)]$$

Donde:

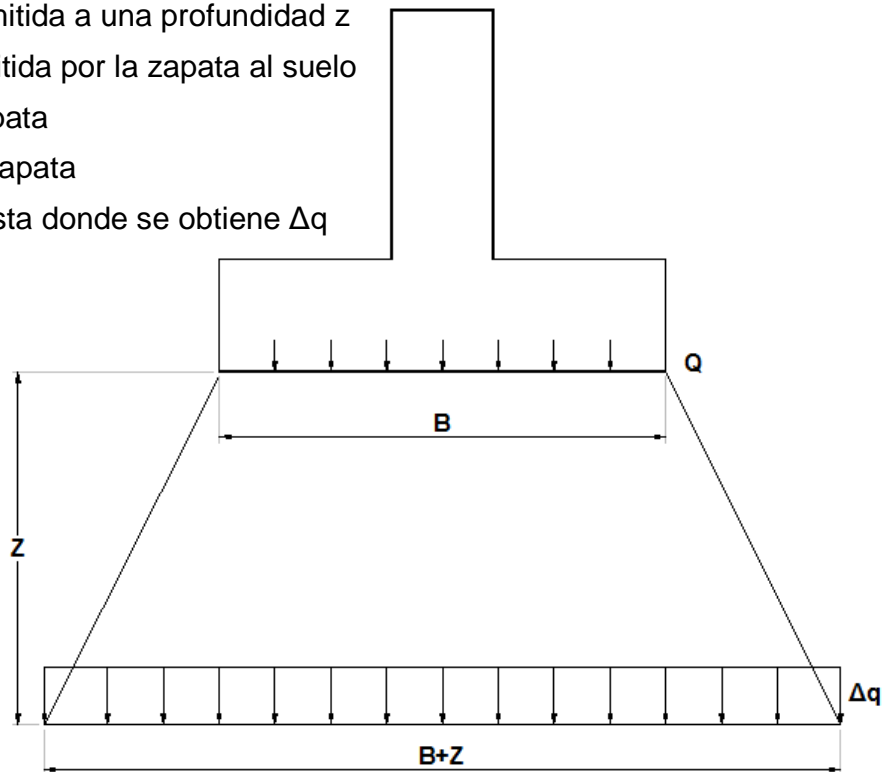
Δq : Presión transmitida a una profundidad z

Q : Presión transmitida por la zapata al suelo

B : Ancho de la zapata

L : Longitud de la zapata

Z : Profundidad hasta donde se obtiene Δq



Para el caso de las zapatas propuestas para los edificios del presente proyecto, se dan los siguientes resultados.

Incremento de presión según profundidad (Método 2:1)

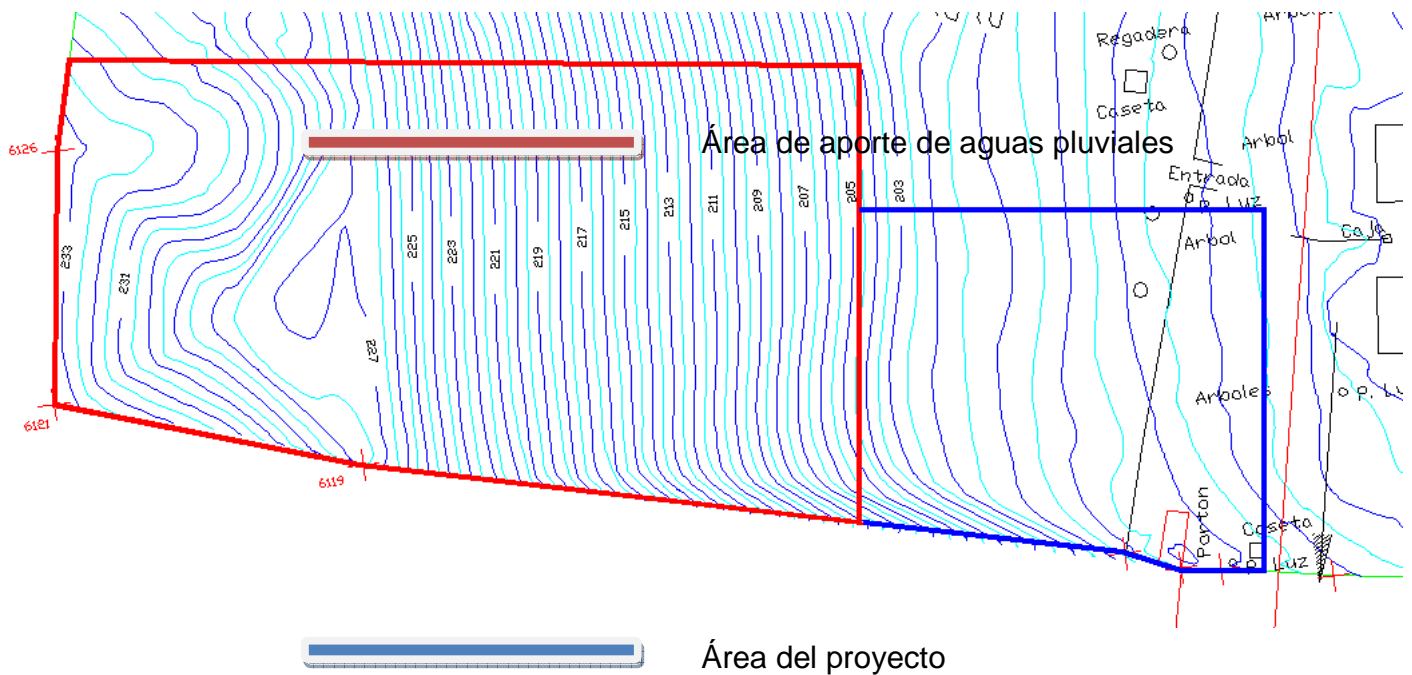
| q (kg/cm ²) | B (cm) | L (cm) | Z (cm) | BL | $(B+Z)$ | $(L+Z)$ | Δq (kg/cm ²) |
|------------------------------|----------|----------|----------|-----------|---------|---------|----------------------------------|
| 1.00 | 90.00 | 90.00 | 25.00 | 8,100.00 | 115.00 | 115.00 | 0.61 |
| 1.00 | 90.00 | 90.00 | 50.00 | 8,100.00 | 140.00 | 140.00 | 0.41 |
| 1.00 | 90.00 | 90.00 | 75.00 | 8,100.00 | 165.00 | 165.00 | 0.30 |
| 1.00 | 90.00 | 90.00 | 100.00 | 8,100.00 | 190.00 | 190.00 | 0.22 |
| 1.00 | 70.00 | 272.00 | 25.00 | 19,040.00 | 95.00 | 297.00 | 0.67 |
| 1.00 | 70.00 | 272.00 | 50.00 | 19,040.00 | 120.00 | 322.00 | 0.49 |
| 1.00 | 70.00 | 272.00 | 75.00 | 19,040.00 | 145.00 | 347.00 | 0.38 |

De acuerdo a la tabla anterior, existe una reducción aproximada del 50% de la presión transmitida a los 50 cm de profundidad.

Si el desplante es de 70 cm y se recomienda un mejoramiento de 50 cm se estaría llegando a un estrato nativo hasta los 120 cm, donde es bastante probable encontrar capacidades de carga mayores a 0.5 Kg/cm². A partir de estos datos se decidió cual será la profundidad del mejoramiento.

V. MEMORIA DE CÁLCULO PLUVIAL

Por la ubicación y la topografía circundante donde se proyecta la construcción de las obras para la planta de tratamiento es posible que durante las épocas invernales las corrientes pluviales provenientes de las curvas más altas inunden el sector de la planta, por lo que se propone la construcción de una contra cuneta en la parte posterior de la planta.



El área de aporte aproximada es = 5,258.50 m²

Para la precipitación se tomaron los datos de la tabla de intensidades obtenidas del ajuste de la estación Managua, para un periodo de retorno de 10 años y un tiempo de concentración de 10 minutos.

El cálculo del cubo CIA se realizó con la fórmula

$$Q = CIA/360$$

Donde:

Q: Caudal a drenar

I: Intensidad de lluvia

C: Escorrentía

A: Área en Ha

| Descripción | Área (Ha) | Precipitación (mm/h) | Escorrentía | Caudal a Drenar (m³/s) |
|----------------------------|-----------|----------------------|-------------|------------------------|
| Aporte de las áreas verdes | 0.53 | 159.60 | 0.20 | 0.05 |
| SUMATORIA | | | | 0.05 |

Se uso la ecuación de Manning, para el cálculo del caudal para un canal abierto rectangular de concreto cuyo coeficiente de rugosidad es de 0.015 y trabajara a un 60% de su capacidad hidráulica.

Ecuación de Manning
$$Q(h) = \frac{1}{n} AR(h)^{2/3} \sqrt{S}$$

Donde:

Q (h): Caudal

n : coeficiente de Manning

R (h) : Radio hidráulico

S: Pendiente

Se presenta a continuación el caudal para canales de diferente ancho:



Caudales para canales rectangulares de concreto

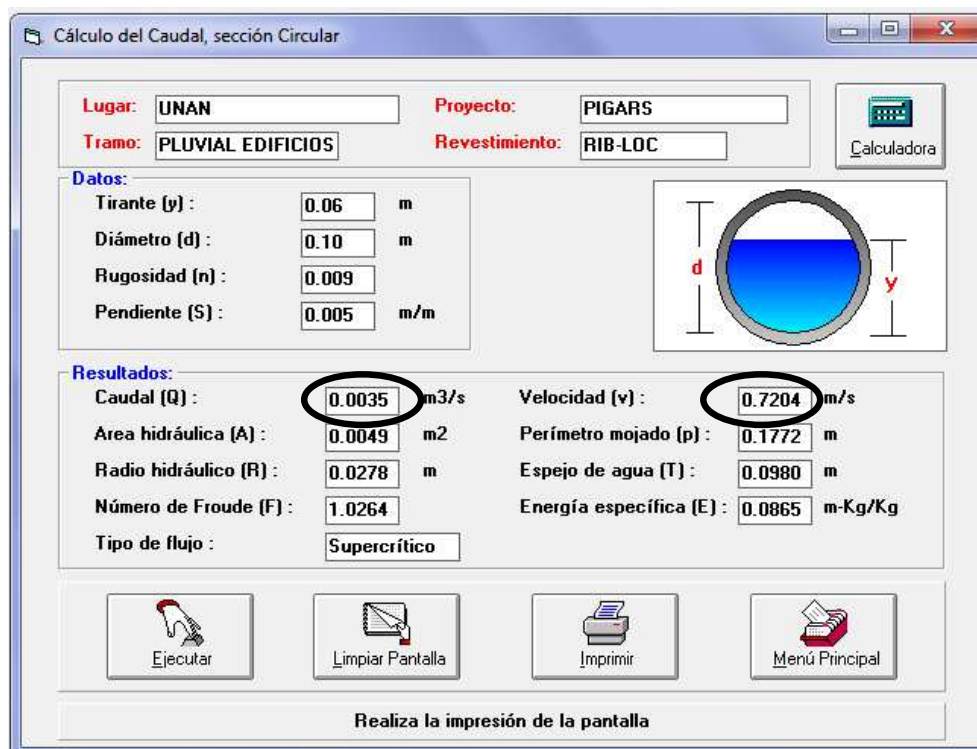
| Ancho del canal (m) | Área hidráulica (m²) | Perímetro hidráulico (m) | Radio Hidráulico (m) | Pendiente (m/m) | Velocidad (m/s) | Caudal (m³/s) |
|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 0.30 | 0.03 | 0.78 | 0.03 | 0.05 | 1.58 | 0.04 |
| 0.40 | 0.05 | 1.04 | 0.05 | 0.05 | 1.92 | 0.09 |
| 0.50 | 0.08 | 1.30 | 0.06 | 0.05 | 2.23 | 0.17 |
| 0.60 | 0.11 | 1.56 | 0.07 | 0.05 | 2.51 | 0.27 |

Se usara un canal de concreto de 0.40 m de ancho, de acuerdo a la configuración, indicada en el esquema de arriba.

Aguas pluviales sobre techos y andenes

| Descripción | Área (Ha) | Precipitación (mm/h) | Escorrentía | Caudal a Drenar (m ³ /s) |
|--------------------|-----------|----------------------|-------------|-------------------------------------|
| Techo de edificios | 0.04 | 159.60 | 0.90 | 0.02 |
| Andenes y pasillos | 0.03 | 159.60 | 0.90 | 0.01 |
| SUMATORIA | | | | 0.03 |

Para el diseño del tubo que drenara todo este caudal se usó el software Hcanales. Se probó con tubos de diferentes diámetros hasta encontrar cuál de ellos tenía la capacidad hidráulica suficiente, se considero que el tubo trabajaría al 60% de su capacidad. Después de probar con diámetros de 4", 6" se decidió dejar un tubo Rib-Loc de 4" de diámetro, como se justifica en los cálculos elaborados en el software Hcanales el tubo de 4", puede drenar un caudal 0.03 m³/s, suficiente para transportar las aguas que caen sobre los techos, igualmente un tubo de igual tamaño drena perfectamente el agua que cae sobre los andenes. Para un tubo Rib-Loc, las velocidades de diseño están entre 0.45 m/s a 10.00 m/s. El cálculo definitivo del tubo de drenaje se presenta a continuación:



Usar tubo Rib-Loc de 4" de la serie 1200 en una pendiente no menor del 0.5%

El agua tomada por los techos y pasillos será encausada un pozo de absorción en volumen esperado está en función del caudal de diseño y el tiempo de concentración.

$$V = (0.03 \text{ m}^3/\text{s}) (10 \text{ Min.}) (60 \text{ s/Min.}) = 18.00 \text{ m}^3$$

El pozo deberá tener un diámetro de 2.00 m y la profundidad será de 6.00 m, el cual tiene una capacidad de almacenar 18.85 m³.

En vista de no tener datos sobre la permeabilidad del suelo se recomienda hacer pruebas de permeabilidad después de los 4.00 m y a cada metro subsiguiente, de tal manera que se realice un revisión más racional de las dimensiones del pozo.

VI. Especificaciones técnicas para la construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

6.1. Introducción.

El contenido de este documento se denominará especificaciones técnicas para la construcción del Proyecto:

Estas especificaciones son un complemento, en conjunto con los planos elaborados y las memorias de cálculo que servirán como base para una futura ejecución del proyecto.

En todo caso las presentes especificaciones técnicas y el proyecto en su conjunto se desarrollarán de acuerdo a la reglamentación vigente en la Ciudad de Managua, Nicaragua, por lo que cualquier error u omisión en cualquiera de ellos deberán dilucidarse con pleno conocimiento de tales normas.

6.2. Preliminares.

Limpieza Inicial.

El trabajo comprende la remoción de arboles y desecho de todo material de desperdicio o de construcción, basura, obstáculos ocultos o visibles y todo material objetable existente dentro del área del proyecto.

Los desechos se deberán trasladar a los botaderos autorizados por la Alcaldía de Managua, en transportes adecuados que no pongan en riesgo a terceros durante la transportación

Instalaciones y Servicios Provisionales.

El trabajo comprende la construcción de todas las instalaciones provisionales necesarias durante la ejecución del proyecto tales como: bodega para almacenar materiales, servicios sanitarios para el personal, instalaciones provisionales de agua potable y energía eléctrica, además, se va a considerar dentro de esta actividad una oficina para la Administración y Supervisión del proyecto donde se mantendrá una Bitácora, planos constructivos, especificaciones técnicas permisos y todos los documentos referentes al proyecto.

6.3. Movimiento de Tierra y Excavaciones.

Descripción.

El trabajo comprende el suministro de todo el equipo, materiales, mano de obra, y herramientas necesarias para ejecutar correctamente los trabajos de movimiento de tierra así como las obras de excavación, compactación y desalojo de material sobrante de acuerdo a planos, especificaciones y demás documentos del contrato.

Los trabajos incluidos en el presente capítulo son los siguientes:

- ❖ Movimiento de Tierra
- ❖ Excavaciones estructurales
- ❖ Sobre excavaciones
- ❖ Relleno y compactación
- ❖ Pruebas de densidad
- ❖ Desalojo de material sobrante

Procedimiento.

Antes de iniciar los trabajos de Movimiento de tierra y cualquier excavación estructural *el contratista* está en la obligación de considerar en sus costos el uso de una topografía permanente para el control horizontal y vertical del proyecto, tanto así para las excavaciones y rellenos.

Movimiento de Tierra.

El Contratista deberá colocar los niveles de referencia que se señalan en los planos y proceder a realizar las operaciones de movimiento de tierra utilizando equipo adecuado para la magnitud del trabajo.

Todos los cortes se harán respetando los niveles requeridos y los rellenos se realizarán en capas no mayores de 20 cm, haciendo pruebas de compactación con rendimiento mínimo de 95% Proctor Estándar para las terrazas de los edificios y 95% Proctor Modificado (AASHTO T-180, ASTM D-1587) para las aéreas de parqueos y calles.

Los rellenos se realizarán con material selecto siempre y cuando el material selecto cumpla en general con los requisito de graduación del cuadro 1003-3 de las especificaciones Nic-2000 y tenga un índice de plasticidad máximo de 6%, un límite liquido máximo de 35% y un CBR saturado mayor de 30%

Área de Edificio.

El contratista deberá limpiar la superficie del terreno eliminando el suelo mezclado con material orgánico cortando (descapote) para este fin 15 cm de profundidad. Seguidamente mejorar la capa descubierta, escarificando a 10 cm de profundidad y compactando hasta obtener una densidad del 90% Proctor Estándar.

El relleno de la terracería será con material selecto del banco de materiales San Isidro de Bolas, compactado a un mínimo del 95% de la densidad máxima Proctor Estándar en capas no mayores de 20 cm, se deberán respetar los lineamientos, niveles y espesores que figuren en los planos.

Área de Maniobra y Descargue.

La Sub-Rasante: Se recomienda limpiar la superficie del terreno eliminando el suelo mezclado con material orgánico cortando para este fin 15 cm de profundidad, seguidamente se mejorará la capa descubierta, escurificando a 10 cm de profundidad y compactando hasta obtener una densidad del 90% Proctor Modificado.

La Sub-Base y la Base: Estas capas deberán ser de 15 cm cada una, la sub-base deberá compactarse al 95% Proctor Modificado y la base deberá compactarse al 98% Proctor Modificado.

El material recomendado a utilizarse como sub-base y base, es una mezcla de material selecto del banco San Isidro de Bolas y Hormigón Rojo del banco Pista Suburbana. La proporción a emplearse será de un 40% material selecto y un 60% hormigón rojo.

El contratista podrá utilizar otras mezclas o material de otros bancos siempre y cuando presente a la supervisión un estudio completo del material selecto que se va a utilizar para el relleno, para su debida aprobación.

Excavación Estructural.

Realizar las excavaciones de acuerdo a los planos de proyecto para:

- ❖ Las zapatas y pedestales de cimentación.
- ❖ Las vigas de cimentación.

Las excavaciones se mantendrán libres de agua en todo momento. El agua de filtraciones ó de lluvia deberá de ser desviada por medio de zanjas. No se permitirá que el agua desviada de las excavaciones se acumule en el área del proyecto.

Relleno y Compactación.

En todas las obras que así lo demanden, como zapatas, pedestales y vigas asísmicas, se deberá proveer el material de relleno apropiado para este fin (Material Selecto del banco San Isidro de Bolas) el cual deberá ser colocado en capas no mayores de 20cm y compactado al 95% Proctor Estándar.

Desalojo del Material Sobrante.

El material sobrante deberá ser retirado del sitio del proyecto a lugares donde está permitido por la Alcaldía de Managua. Del traslado o retiro se encargará la empresa constructora que ejecute el proyecto.

Pruebas de Compactación y Resultados.

Las pruebas de compactación se realizarán tanto en las terrazas de los edificios como en la terraza del área de maniobra y de descarga, dichas pruebas se harán a cada 40 cm de material compactado por cada 300 m² o donde lo indique el *Ingeniero supervisor*. El contratista entregará al supervisor los resultados de las pruebas en documento escrito para llevar un historial de pruebas y reportarlos al dueño del proyecto.

6.4. Obras de Concreto Reforzado.

Descripción.

El trabajo comprende el suministro de todo el equipo, materiales, mano de obra, herramientas y complementos necesarios para los trabajos de construcción de las obras de estructuras de concreto de acuerdo con los Planos, con estas Especificaciones y con los demás documentos del contrato.

Los trabajos incluidos en el presente capítulo son los siguientes:

- ❖ Estructuras de concreto.
- ❖ Obras de fundaciones.
- ❖ Estructuras de mampostería reforzadas.

Calidad de los Materiales.

Agua: El agua que sea utilizada para mezclas y curado del concreto deberá estar razonablemente limpia y exenta de aceite, sales, ácido, álcali, azúcar, materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial para el concreto.

Arena: La arena utilizada para la fabricación del concreto debe ser bien graduada y limpia, sujeta a las especificaciones ASTH-C-33-92. No deberá conocer sustancias deletéreas en exceso de los siguientes porcentajes:

| | |
|---|----|
| Terrones de arcilla | 1% |
| Carbón de piedra y lignito | 1% |
| Material que pase por el tamiz Número 200 | 3% |

El contratista deberá presentar los diseños de mezcla correspondientes a las diversas resistencias del concreto especificadas. Estos diseños deberán ser efectuados por un laboratorio de materiales competente, con base en los agregados que efectivamente se vayan a utilizar.

Piedra: El agregado grueso será de piedra triturada o grava limpia, dura y libre de recubrimiento, sujeta a las especificaciones ASTM-C33-92. El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta del elemento del concreto, o tres cuartos (3/4) del espaciamiento libre

mínimo entre varillas de refuerzo, según recomendaciones del *AMERICAN CONCRETE INSTITUTE* en el Reglamento ACI-318-95.

| Tamaño del tamiz | 1½" (38 mm) a No. 4 | 1" (25 mm) a No. 4 | ¾" (19 mm) a No. 4 |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2" (51 mm) | 100 | ---- | ---- |
| 1½" (38 mm) | 95-100 | 100 | ---- |
| 1" (25 mm) | ---- | 95-100 | 100 |
| Tamaño del tamiz | 1½" (38 mm) a No. 4 | 1" (25 mm) a No. 4 | ¾" (19 mm) a No. 4 |
| ¾" (19 mm) | 35-70 | ---- | 90-100 |
| ½" (13 mm) | ---- | 25-60 | ---- |
| 3/8" (10 mm) | 10-30 | ---- | 20-55 |
| No. 4 | 0-5 | 0-10 | 0-10 |
| No. 8 | ---- | 0-5 | 0-5 |

Cemento: El cemento utilizado deberá ser de una marca conocida de cemento Portland que cumpla la especificación ASTM C 150-92 tipo I, el cemento deberá llegar al sitio de la construcción, facturado y retirado de fábrica en sus empaques originales y enteros. Todo cemento dañado o endurecido será rechazado por el Supervisor. El uso de cemento de otro tipo o de alta resistencia, estará sujeto a previa autorización del Ingeniero Supervisor.

Acero de Refuerzo: El acero utilizado para la construcción de elementos de concreto reforzado deberá ser de barras corrugadas de acero al carbón con límite de fluencia no menor de 40,000 PSI, sin trazas de oxidación. Sólo se permitirá el uso de varillas lisas en el caso de la varilla de ¼".

EL contratista está en la obligación de entregar un certificado de calidad del fabricante del acero, quedando como una opción que el Ingeniero solicite un ensayo de tensión y calcule el modulo de elasticidad ($E=29 \times 10^6$ PSI) y compararlo con el usado en la memoria de Cálculo, los resultados serán pasados en documento impreso y debidamente firmados y sellados por el laboratorio, estas pruebas serán asumidas por EL CONTRATISTA. Se revisaran todos los diámetros, tomando al azar de cada lote una muestra representativa.

El acero en varillas no deberá presentar oxido en forma de escamas ni exfoliación.

Armado, Doblado y Colocación del Acero de Refuerzo.

Este trabajo consistirá en el suministro, preparación y colocación de acero de refuerzo de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con los planos, y a las normas de la "INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO DE LOS E.E.U.U." (AISI) las varillas de acero corrugado para refuerzo del concreto deben cumplir la norma A-615-92 de la ASTM, de grado intermedio (intermediate grade billet steel) equivalente a un límite de fluencia $f_y = 40.000$ PSI.

Las barras de acero para refuerzo deberán almacenarse sobre plataformas, largueros u otros soportes, para protegerlo de daños mecánicos y del deterioro superficial por corrosión o tracción. No deberán contaminarse con tierra, grasa o cualquier otra sustancia que impida su adherencia con el concreto.

Las varillas se doblaran en frío, ajustándose a los planos y especificaciones particulares, con errores máximos de 1 cm.

Al colocarse en la obra, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, lodo, óxido suelto en estado avanzado, escamas, pinturas, aceite y otras sustancias extrañas.

La limpieza del acero de refuerzo con contenido de óxido en estado primario, se deberá hacer con cepillo de alambre manual o eléctrico circular. Cuando el acero de refuerzo se encuentre con óxido en segundo grado se deberá limpiar con sand blasting y/o desoxidantes químicos que deben ser bien lavados después de su aplicación. En cualquiera de los casos el acero no podrá ser sometido a fatigas. *El ingeniero supervisor* después de la limpieza deberá comprobar que se conserva el diámetro y los grabados o corrugas establecidas por el fabricante, al no cumplir con las cualidades requeridas, el Ingeniero supervisor podrá enviar las muestras que considere necesarias a ensayo por cuenta del Contratista.

Todo el acero debe colocarse exactamente en las posiciones mostradas en los planos y firmemente sostenidos durante el colado y fraguado del concreto, las varillas deben amarrarse en todas las intersecciones excepto en el caso de espaciamentos menores de 30 cm.

El alambre a utilizar para el amarre deberá ser calibre No. 16 para estructuras menores de 4.00 m. de altura ó No. 18 para estructuras mayores.

La distancia entre el acero y formaleta deberá mantenerse separada por medio de tirantes, ataduras, separadores del mismo tipo de concreto y otros soportes aprobados por el Ingeniero Supervisor, de modo que las varillas no puedan desplazarse durante el colado del concreto. Para separar el acero del suelo, se fabricaran cubos de concreto de 3" de arista. No se permitirá el uso de

pedazos de bloque o ladrillo cuarterón para tal fin.

Los empalmes en las barras, salvo donde se indique en los planos, no se permitirán sin la aprobación del Ingeniero Estructural. Los empalmes deberán alternarse donde lo permita y sea posible conforme los diseños estructurales.

El diámetro de las varillas indicado en los planos *no* puede ser alterado sin la autorización del Ingeniero Estructural.

En caso de sustitución del acero de refuerzo se permitirá solamente con autorización por escrito del Ingeniero Estructural. Si el contratista por error colocara acero de menor diámetro o de menor grado de fluencia, el supervisor someterá a análisis y autorización del dueño el error. Las consecuencias dictadas por la Dirección de Proyecto deberán ser corregidas por cuenta del contratista.

El contratista no podrá colocar varillas de mayor diámetro sin antes reportarlo al Ingeniero Supervisor, quien podrá autorizar o prohibir tal cambio. El Ingeniero supervisor inspeccionará las separaciones entre varillas y espaciamientos entre formaleta. Si el Ingeniero considera inadecuado el recubrimiento de las varillas en partes del armado de acero, podrá rechazarlo y exigir se coloque conforme especificaciones y planos.

El mínimo espaciamiento de varillas paralelas de centro a centro, será de una pulgada.

El doblado de todas las varillas de refuerzo se hará en frío, a menos que las especificaciones particulares lo indicaran de otra manera. El corte y armado del acero será encargado a armadores calificados provistos con las herramientas adecuadas.

Los empalmes o traslapes se deben realizar conforme lo indiquen los planos o especificaciones, salvo que el Ingeniero estructural autorice otra cosa. Los traslapes por ajustes de varillas no se permiten a menos que estén mostrados en los planos.

No se permite la soldadura de empalmes de varillas sin previa solicitud por escrito al Ingeniero supervisor. En el caso de autorizarse, debe realizarse conforme lo establece el AISI, con el personal calificado, el equipo idóneo y la inspección del Ingeniero Supervisor.

El recubrimiento mínimo de concreto para todo tipo de refuerzo será a como se indica:

- ❖ Elemento colocados en contacto con el suelo (fondo de viga sísmica, fondo de zapatas) 0.075 m.
- ❖ Elementos en contacto lateral con el suelo (lados de zapatas, vigas sísmicas y pedestales) 0.05 m.
- ❖ Elementos en contacto con el medio ambiente o con otros elementos estructurales 0.025 m.

El acero en ningún caso debe quedar expuesto. En el caso que un detalle muestre el acero expuesto, el contratista se lo hará saber al Ingeniero supervisor quien tomará las medidas necesarias para corregir el error.

Colocación de Acero en Vigas y Pedestales.

a. El refuerzo superior e inferior de vigas que lleguen a un pedestal por caras opuestas deberá ser continuo a través de los pedestales donde sea posible.

b. El refuerzo superior e inferior de vigas que lleguen a un pedestal pero que no continúen en la cara opuesta deberá ser extendido dentro del pedestal hasta la cara opuesta de la región confinada y anclado lo suficiente para desarrollar su resistencia última (f_y). La longitud de anclaje se calculará empezando en la cara de la columna donde termina la viga. Toda barra deberá terminar en gancho estándar de 90 grados y extensión tal que se cumpla con la longitud establecida en el ACI-318-05.

c. El acero para refuerzo a tensión no deberá ser traslapado en zonas a tensión o de cambio de esfuerzo; los traslapes tendrán una longitud mínima de 24 veces el diámetro de la barra.

d. Los empalmes en refuerzos verticales serán conforme el código, pero en ningún caso el traslape del empalme será menos de 30 diámetros ó 16". Estos empalmes deben siempre realizarse en el tercio central de los pedestales, previa aprobación del Ingeniero Supervisor.

En todos los casos no previstos en las especificaciones o planos, se deberá usar lo que indique el Reglamento ACI-318-05, Building Code Requirements for Structural Concrete, del American Concrete Institute.

Empalme de Barras.

No se dispondrá sin necesidad, empalmes de barras no señaladas en los planos sin autorización el supervisor. En caso necesario se dispondrá donde la armadura

trabaje menos de los dos tercios ($2/3$) de su tensión admisible, pudiendo ser por traslape.

Cuando el empalme se efectuase por traslape, las barras deberán traslaparse según indicación del código ACI-318-05 a lo largo terminándolas en gancho; en ningún caso el traslape será menor de 12" por barra. El espesor de concreto alrededor del traslape no será menor de dos (2) diámetros de la varilla.

Los empalmes de cada barra se distanciarán con respecto a las de otras barras de modo que su centro quede a menos de veinticuatro (24) diámetros a lo largo de la pieza.

Formaletas de Madera:

Las formaletas con sus arriostres deberán ser los suficientemente rígidas y resistentes para retener el concreto hasta su fraguado sin deformaciones que alteren la geometría de los elementos en forma apreciable.

La madera a ser usada en la construcción de formaletas puede ser de pino o cualquier otro tipo de madera, siempre que tenga la suficiente consistencia para resistir las cargas a las que estará sometida sin sufrir deformaciones que generen defectos en los elementos estructurales. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre las partes de obra ya ejecutada, esfuerzos superiores al tercio de los esfuerzos de diseño.

Las juntas entre tablas de formaleta no serán de un espesor mayor de tres mm. Para evitar pérdida de la lechada, pero deberán tener la holgura necesaria para evitar que por efecto de los cambios de la madera se produzcan compresiones que deformen dichas tablas.

Calidad del Concreto.

Las resistencias de los concreto estructurales utilizados en la obra serán, a los 28 días, no menores de. 3000 PSI (210 Kg/cm²).

EL contratista deberá presentar los diseños de las mezclas preparados por un laboratorio de materiales competentes con base en los agregados que realmente se vayan a utilizar en la construcción de las obras. Tales diseños de mezcla deberán indicar los revenimientos recomendados, los cuales serán verificados en campo por el Ingeniero Supervisor.

La mezcla del concreto deberá efectuarse en una mezcladora mecánica, con no menos de un minuto y medio de mezcla continua, una vez que todos los elementos hayan sido introducidos dentro de la mezcladora.

El Ingeniero Supervisor podrá autorizar la mezcla a mano del concreto, en

tal caso, la mezcla deberá hacerse en bateas de madera, metálicas o en cómales revestidos, sobre el terreno. En ningún caso se efectuara la mezcla sobre el suelo.

Se mezclarán los agregados en seco hasta que tenga un aspecto uniforme antes de agregar el agua; el producto final deberá ser homogéneo y deberá estar libre de tierra y otras impurezas.

La calidad del concreto será verificada por el Ingeniero Supervisor por medio de las pruebas que él estime convenientes, según los criterios del Reglamento de la Construcción, artículos Números 131, 132, 133 y 134. El CONTRATISTA facilitará la toma de pruebas, proporcionando los cilindros, el personal idóneo, curado, cuidado, manejo y ensayo de las muestras definidos por el Ingeniero Supervisor a cuenta del Contratista.

Transporte, Colocación y Curado del Concreto.

El concreto deberá transportarse del sitio de mezclado al sitio final de colocación empleando métodos que prevengan la segregación o pérdida de materiales y sin interrupciones que permitan la pérdida de plasticidad entre colados sucesivos. Antes de colocar el concreto debe tenerse cuidado de que se cumplan las siguientes condiciones:

- ❖ Las formaletas deberán estar adecuadamente humedecidas durante un período mínimo de dos horas antes del colado.
- ❖ No deberá haber ninguna sustancia extraña o escombros ocupando el lugar en donde se vaciará el concreto.
- ❖ Deberá retirarse el agua acumulada del lugar de colocación del concreto.
- ❖
a superficie de concreto endurecida (de un concreto colado previamente y que estará en contacto con el concreto a colarse) deberá estar libre de lechada y/o agregados sueltos o sustancias extrañas.
- ❖ El refuerzo deberá estar libre de aceite, materias grasas o cualquier otra sustancia extrañas.
- ❖ El refuerzo deberá estar libre de aceite, materias grasas o cualquier otra sustancia extraña.
- ❖ En el caso de vigas y zapatas de cimentación, el suelo deberá estar adecuadamente compactado a una densidad mínima de 95% Proctor Estándar.

- ❖ No se permitirá que el concreto caiga desde alturas mayores de 1.20 m para evitar la segregación del mismo.
- ❖ Cuando se vaya a colocar concreto sobre otro concreto ya endurecido, se deberá colocar una lechada de cemento sobre la superficie existente que vaya a entrar en contacto con el nuevo concreto.
- ❖ El concreto colado deberá ser compactado por medio de vibración, a menos que el Ingeniero Supervisor permita la utilización de métodos manuales. La compactación del concreto se realizará según lo indicado en el Arto. No. 128 del Reglamento de Construcción.
- ❖ El concreto se deberá mantener en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros siete días después de colado.

Pruebas de Concreto.

Si lo dispone el Ingeniero supervisor en cada colada, el contratista, hará hasta 4 cilindros del concreto tomados de la mezcla que determine, observando la resistencia a los 7, 14 y 28 días del curado, dejando un testigo en el laboratorio de materiales autorizado.

El pago de las pruebas corre por cuenta del contratista sin costo alguno para el dueño.

Si resultase de la rotura de cilindro a los 28 días, que la resistencia a la comprensión es menor en un 55 % a los 3000 PSI, el Ingeniero Supervisor podrá rechazar parte de la obra correspondiente, sometiéndola a demolición y desalojo.

El Ingeniero supervisor podrá, sin embargo, aceptar parte de la obra defectuoso siempre que sea factible sin peligro a su juicio, pero ejecutando en prueba previa con una sobrecarga superior a la del cálculo en un 50% comprobando que resiste en buenas condiciones.

Desencofre y Descimbrado.

Salvo indicaciones específicas en otras partes de los documentos, el desencofrado puede realizarse de acuerdo a lo siguiente:

- ❖ Costa de vigas y fundaciones después de 24 horas
- ❖ Columnas después de 72 horas
- ❖ Fondo de vigas después de 21 días.

En las vigas, los costados de la formaleta podrán ser removidos 24 horas después de colado el concreto, siempre y cuando esto no afecte los soportes de la misma.

Se tendrá especial cuidado en no cargar losa o vigas durante el proceso de fraguado, con almacenamiento de materiales o equipos o con el tránsito de personal, que puedan causar deformaciones permanentes.

Junta

No se permitirán la existencia de juntas frías en la estructura de concreto.

Antes de llenar secciones adyacentes de un elemento de concreto, deberá eliminarse del concreto existente todo material suelto. Se deberá piquetear toda superficie de concreto existente a unir con concreto nuevo, eliminando una capa de 1 cm de espesor antes de colar el concreto nuevo.

6.5. Mampostería.

Generalidades.

Estos trabajos han de ejecutarse de acuerdo con los planos y siguiendo las instrucciones que en esta sección se incluyen.

Los trabajos de esta sección deberán ser eficientemente programados y coordinados con las otras partes: Plomería, electricidad, ventanearía, puertas, etc., deberán para tal fin realizar todos los trabajos de fundaciones, cajas de registro, cortes, remates, como sea necesario para realizar y completar las instalaciones de esas partes de la obra.

La erección de paredes deberá iniciarse una vez verificadas sus dimensiones y localización dentro del trazado de la obra de acuerdo a los planos, utilizando para ellos visuales, lienzas, plomadas, escuadras y cualquier otro recurso técnico para lograr superficies planas y perfectamente plomadas.

Trabajos Incluidos en esta Sección:

- ❖ Mampostería
- ❖ Repello
- ❖ Enchape de Azulejos

Mampostería.

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicada en los planos, obliga al contratista a suplir e instalar cada artículo, material o equipo, con el procedimiento o método indicado, calidad requerida sujeta a calificación, la mano de obra, equipos y complementos necesarios para la finalización de la obra.

Todas las paredes de cerramiento serán de bloque de concreto. El bloque deberá de ser de 6"x8"x16". El acabado del bloque será repello y fino en ambas caras, incluyendo, la viga corona, la viga intermedia y las columnas de concreto.

Bloques.

Los bloques de cemento: deberán ser seleccionados de modulo estándar, perfectamente acabados, libres de quebraduras, fisuras y de toda materia extraña que pueda afectar la calidad, duración o apariencia del mismo; deberán cumplir con las especificaciones del código de la construcción vigente.

Los bloques de concreto deberán tener una resistencia a la compresión no menor de 55 kg/cm² y una resistencia mínima a la tensión de 9.00 kg/cm.

El contratista deberá de someter muestras de los bloques a aprobación del Ingeniero Supervisor, junto con los certificados de laboratorio que comprueben la calidad y resistencia pedidas en estas especificaciones.

Materiales para el Mortero.

- ❖ Cemento Portland: Se ajustara a la especificación ASTM 1153M clase GU.
- ❖ Arena: Se deberá ajustar a la especificación C 144 de la ATSM.
- ❖ Agua para mezcla: Será limpia y potable.

Almacenaje de Materiales: Los materiales se almacenaran en sitio seco, bajo techo y se colocaran en una forma adecuada para protegerlos de daños y de la introducción de materiales extraños. El cemento o la cal se almacenaran en plataformas separadas de la tierra y en bodegas a prueba de agua.

Mortero: El mortero para pegar los bloques deberá tener una resistencia a la compresión de 140kg/cm² (2,000 lbs/plg²) a los 28 días, comprobado por medio de ensayos de un laboratorio de materiales. La proporción recomendada es de 1:4 y se deberá hacer en una mezcladora mecánica o en bateas especiales, para lograr una mezcla homogénea. No se permitirá el uso de mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

Colocación: Las paredes se colocarán a plomo, a línea y con las juntas horizontales a nivel. Todos los bloques deberán estar limpios de toda suciedad y polvo. No se permitirá el uso de elementos fisurados y el uso de pedazos de bloques cuando se puedan usar bloques enteros o medios bloques. Toda superficie de concreto que quede en contacto con los elementos estructurales se limpiara y mojara antes de proceder con la colección de los bloques.

Bloques: se colocaran presionando firmemente sobre una cama de mortero que cubra completamente la superficie de la hilera inferior. En igual forma se trabajaran las juntas verticales entre los bloques.

Juntas: El espesor de las juntas, tanto verticales como horizontales, será de 1.50 centímetros ó ½". Las uniones horizontales deben ser efectuadas por medio de cama liberales de mortero y las verticales con mezcla suficiente. El contratista

cuidará que los elementos (bloques) queden colocados a la manera como se indica en los planos de arquitectura ajustando las juntas en cada caso para lograr el efecto deseado de acuerdo a los planos.

Métodos y Cuidados en la Ejecución.

- a) La ejecución de los trabajos en esta sección deberá de hacerse de acuerdo a todas las indicaciones pertinentes de los documentos del Contrato y con todos los cuidados y precauciones consagrados por la buena costumbre y la buena pericia del oficio.
- b) Para la localización y trazado de las paredes, deberán colocarse visuales y lienzas, de manera de reproducir todo el trazado de la planta hasta donde sea posible antes de la ejecución de las mismas o sus arranques inclusive.
- c) En la erección de muros y paredes, deberán tomarse todas las medidas, y emplearse los sistemas apropiados para que queden bien aplomados, en la dirección y trazados correctos.
- d) Para pegar ladrillos o piedra cantera deberán estos mojarse previamente, así como aquellos bloques u otras superficies en los cuales se pegaran.
- e) En la aplicación de la mezcla para ligar bloques o piedras, deberán ser en la cantidad y de la manera que se logre una buena adherencia entre los elementos, aplicándose mezcla en ambas uniones: horizontales y verticales.
- f) Durante la ejecución, en sus diferentes operaciones, las paredes deberán ser manejado con cuidado, sin causarle deterioro, para lograr un curado adecuado.
- g) En las diferentes operaciones de la ejecución, se deberá mantener limpia el área del proyecto, tomándose las medidas necesarias para este propósito.
- h) El andamiaje para le erección de paredes de gran altura hasta 13 mts de alto forman parte del costo unitario de la partida mampostería, por lo que el contratista debe suministrarlos para la buena ejecución de los trabajos sin costo adicional para el dueño.
- i) Según lo previsto en general para todos los trabajos de la obra, el Ingeniero Supervisor podrá rechazar y mandar a demoler o corregir trabajos defectuosos, podrá rechazar y mandar a sustituir también materiales defectuosos.

6.6 Repello.

Las superficies que recibirán repello deberán prepararse adecuadamente. Los elementos estructurales deberán piquetearse y las paredes deberán limpiarse cepillándolas si es necesario, para librarlos de impurezas que desmejorarían la adherencia del repello. Antes de aplicar el repello, se mojarán las superficies correspondientes.

La mezcla a emplearse para repellar, se preparara con la proporción 1:3 (Cemento: Arena), con métodos apropiados, sin permitir que entre en contacto con tierra, ni que se ensucie con materia orgánica u otros residuos. No deberá prepararse más mezcla que aquella que fuera a usarse en un plazo no mayor de una hora después de su preparación. Aquella mezcla que presente señales de endurecimiento, deberá desecharse siendo considerada “material defectuoso”.

Antes de aplicar el repello, deberá tomarse mucho cuidado de proteger debidamente los desagües, tuberías, cajas, tubos eléctricos y otras esperas de forma que no se obstruyan o dañen. Los extremos de las tuberías y cajas eléctricas, así como de otras instalaciones, deberán taponarse para impedir que penetren residuos de los materiales usados.

El repello se aplicará tirando la mezcla contra la superficie extendiéndola y allanándola, usando las herramientas apropiadas. Se pondrán puntos de referencia para “codalear” la superficie y mantenerla en un plano uniforme y a plomo. Deberá tenerse mucho cuidado en mantener la alineación correcta de las aristas en los cantos de las superficies repelladas así como de no cubrir salidas de las esperas instaladas y otros trabajos que no se puedan localizar después.

Las superficies repelladas deberán protegerse del sol y del viento antes de que se haya realizado la fragua de la mezcla y deberá curarse mojándolos, posteriormente, durante 7 días como mínimo, para impedir la formación de fisuras y otras fallas, consecuencia de un secado muy rápido.

6.7. Enchape de Azulejo.

Para los azulejados deberán seguirse las indicaciones de los planos arquitectónicos y cortes. Las paredes correspondientes deberán prepararse debidamente para recibir la pasta de cemento o Bondex, la cual deberá aplicarse cuidadosamente, en trechos no mayores de 1.0 m, para que no pierda su capacidad de adherencia.

Los azulejos deberán ser de buena calidad, de coloración y tamaño uniforme. Para las paredes, los azulejos serán aprobados por la el Ingeniero supervisor y deberán ser de 20 x 20 cm color blanco; para calichar se usara

porcelana de color negro, trapeándola bien a su debido tiempo para que el acabado de la sisa sea uniforme y nítida sin quedar manchas en las superficies de azulejo. Los vocéles serán de porcelana.

6.8. Estructuras de Acero y Techos.

Comprende la adquisición, fabricación e instalación de la estructura de acero que servirá para soportar las cargas a que estará sometido el edificio durante su vida útil. La instalación de los miembros estructurales metálicos, sus dimensiones y forma se realizará conforme los detalles especificados en los planos.

El acero estructura que se va a utilizar para el edificio (vigas, perlines, etc.) es de Tipo A-36, con un Esfuerzo $F_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2$ (36,000 PSI). Modulo de elasticidad $E_s = 2000,000 \text{ kg/cm}^2$ (29,000 KSI). Peso volumétrico del acero = $7,850 \text{ kg/m}^3$ (490 lbs/pie³).

Las soldaduras se realizarán mediante el proceso de arco eléctrico con electrodos según normas ASTM A-233, E-60XX, esfuerzo admisible al corte deberá de ser de 956 kg/cm^2 (13.6 KSI) y con una capacidad de 100 kg/cm para 1/16" de tamaño, estos trabajos estarán a cargo únicamente de operadores calificados. El supervisor podrá ordenar pruebas mediante corte de cualquier trabajo sobre cuya calidad tenga dudas; el costo de las pruebas correrá por cuenta del contratista y por cuenta del DUEÑO si resulta lo contrario.

Las juntas para resistir tensiones deberán ser hechas por operadores aprobados según los requisitos del Standard Code for Welding in Building Construction, de la American Welding Society.

6.9. Soldadura.

Todos los trabajos de soldadura de taller y campo deberán ser realizados por operarios calificados y experimentados exigiéndose un trabajo de primera calidad. Todo el trabajo de soldadura se realizará de acuerdo con la última edición de las especificaciones de la American Welding Society (AWS). Todas las piezas y elementos deberán ser fabricados y soldados en taller y sólo se permitirá soldar en campo piezas o elementos aislados que faciliten el transporte y erección o para realizar la unión de los elementos mencionados.

Para las conexiones entre elementos, no se permitirá ninguna otra solución que no sea la que se especifica en los planos estructurales constructivos, a no ser que lo autorice el Ingeniero responsable del diseño estructural.

Si se suscita duda sobre la eficiencia de la soldadura hecha, el Inspector podrá ordenar pruebas de trepanación de soldadura; si las pruebas resultan deficientes, se revisarán todas las soldaduras. Las soldaduras defectuosas serán

cortadas en su totalidad o parcialmente de acuerdo a lo que indique el Inspector y se tomará la decisión acerca de nuevas aplicaciones o reemplazos.

Para comprobar el estado de las soldaduras, es preferible solicitar pruebas de ultrasonido en lugar de los rayos X ya que esta última prueba ocasiona daños al medioambiente.

6.10. Pintura Anticorrosiva y de Acabado.

Antes de aplicar la primera mano de pintura, las secciones de acero deberán cepillarse completamente todas las piezas y quedar libres de grasas o cualquier otra materia extraña con solventes (SSPC-SP1). La remoción de óxido y escamaciones debe llevarse a cabo en la manera y al grado establecido en las especificaciones mediante herramientas manuales, herramientas eléctricas o mediante chorro abrasivo. La soldadura debe limpiarse cuidadosamente y se le debe quitar la escoria superior en su totalidad.

Aplicación de Pinturas.

Se pintarán todos los perfiles y elementos de acero estructural con dos manos de anticorrosivo alquídico con una excelente resistencia a la humedad y a los baños salinos (CORRO BOAT 4800 o similar) hasta obtener el grosor indicado por el fabricante de la pintura anticorrosiva (mils).

Las dos capas de anticorrosivo aplicarse en el taller, un vez colocada toda la estructura y efectuado todos los trabajos requeridos de soldadura se rematará con pintura anticorrosiva en los puntos donde se aplicó soldadura.

Todas las caras de los perfiles y piezas de acero deben quedar perfectamente pintadas y donde no entre la brocha debe pintarse con soplete.

6.11. Cubierta de Techo y Fascia.

Generalidades.

Esta sección se refiere a los trabajos de cubierta de techo de la obra, las cuales deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos, siguiendo las instrucciones de esta sección, las condiciones y reglamentaciones de los demás documentos contractuales.

- ❖ Los trabajos descritos en esta sección, deberán ser eficientemente programados y coordinados con los demás trabajos de la obra como conjunto.
- ❖ El diseño y los detalles constructivos, están indicados en los planos.
- ❖ Se deberán usar los elementos y materiales indicados y/o especificados, así como la estructura mostrada en los planos.
- ❖ Donde no hubiere indicaciones concretas, se usaran técnicas, procedimientos y detalles de primera calidad de acuerdo al tipo de trabajo,

previa aprobación por el Ingeniero supervisor.

- ❖ Los materiales deberán llegar a la obra con la anterioridad debida para no causar atrasos en los trabajos y deberán manejarse y almacenarse con las precauciones debidas en cada caso, de forma de no sufrir perjuicio o deterioro de la calidad.

Todos los materiales a usarse en los trabajos a que se refiere esta sección, tienen que ser nuevos, sin defectos, según las marcas y/o calidades especificadas, deberán instalarse de manera correcta en cada caso siguiendo las instrucciones dadas en esta sección y las del fabricante respectivo.

Trabajos Comprendidos.

En esta sección se incluyen las cubiertas de techo, a base de acero galvanizado, cumbreras, flashing y fijadores necesarios para garantizar la correcta instalación de la cubierta de techo.

Será responsabilidad del contratista establecer la debida coordinación de los trabajos de instalación del techo con las demás obras (instalaciones sanitarias, eléctricas, etc.).

Cumbrera, Flashing y Remates en Techos.

Toda junta de techos con paredes, deberá protegerse de la mejor forma para evitar filtraciones, usando flashing.

Los flashing serán de lámina lisa de zinc calibre 24 con desarrollo mínimo de 12" y los empalmes de lámina serán del tipo engrapado y soldado con estaño.

Las cumbres serán de lámina lisa de zinc calibre 24 con desarrollo mínimo de 24", con traslapes de 12" como mínimo y sellador necesario y suficiente para evitar filtraciones de agua.

6.12. Pisos.

Generalidades.

Esta sección se refiere a los trabajos de pisos de la obra. La ejecución de estos trabajos, deberá llevarse a cabo siguiendo las instrucciones y recomendaciones de esta sección. La clase de piso que va en cada ambiente está indicada en los planos.

En todos los casos el piso de concreto llevara juntas de contracción @ 2.00 m como máximo en el sentido longitudinal del edificio y @ 2.00 m como máximo en el sentido transversal del edificio. El corte de la losa debe de ser como mínimo de 1" ó 2.5 cm. Todas las juntas de contracción se van a rellenar con bake road y

Sikaflex (epóxido gris).

El piso de concreto va ir separado o aislado de las paredes por juntas de expansión para que la losa de concreto tenga un movimiento independiente, para esto fin se puede utilizar lámina de polipropileno de ½" de grosor.

Preparación del Terreno.

Por debajo del piso de concreto en toda el área del edificio y andén se limpiará y nivelara el terreno, compactándolo al 95% Proctor Estándar hasta alcanzar el nivel apropiado en cada ambiente.

Piso de Concreto Lujado.

Losa de concreto lujado deberá tener un espesor de 10 cm con una resistencia a la compresión de 4000 psi y agregado de ¾, revenimiento de 4", fibra de polipropileno y endurecedor no metálico MASTER TOP 100.

Losa de Concreto Arenillado de 3000 PSI en Andenes Peatonales.

Este piso de concreto arenillado deberá tener un espesor de 7.5 cm con una resistencia a la compresión de 3000 psi y agregado de ¾, sin refuerzo. Esta losa deberá de llevar sus juntas de construcción o juntas de contracción dependiendo del método constructivo a utilizar.

Limpieza.

Deberán cumplirse todas las instrucciones al respecto, dadas las condiciones generales y las condiciones especiales.

Deberá tenerse mucho cuidado de proteger los pisos, evitando riesgos de mancha y otros deterioro de su calidad, no ejecutando trabajos indebidos (soldar, teñir, cortar con oxicorte, entre otros) sobre los pisos ya instalados, no dejando acumular suciedades o residuos que como los de la madera al mojarse, manchan los pisos.

Deberán protegerse los pisos debidamente, al ejecutar los trabajos de pintura, cubriéndolos eficientemente.

Toda mancha por inofensiva que parezca, deberá removerse al instante de ser notada.

Para la entrega final, los pisos deberán estar limpios, para lo que es necesaria una limpieza constante.

En caso de no lograr remover manchas, o mejorar el acabado de una o varias baldosas de piso, el Ingeniero Supervisor podrá mandar a pulir el piso del

concreto en las áreas defectuosas, a cuenta del Contratista.

6.13. PUERTAS

Generalidades.

Todas las disposiciones de las condiciones generales formaran parte de esta sección.

Trabajos Incluidos.

Suministro e Instalación de:

- ❖ Puertas de madera y Plywood
- ❖ Puertas de Malla ciclón

Puertas de Madera y PLYWOOD.

Las puertas será de tambor (madera y plywood), la madera deberá de ser pochote y el plywood será clase A de 1/4" o 6 mm de espesor.

Los marco de la puerta será de madera de pochote de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos, atornilladas a las paredes y sellados los tornillos con espiches de madera y se dejaran listos para el acabado final. Todos los marcos llevaran en su perímetro molduras de madera.

Todos los marcos y puertas se instalarán de acuerdo a las mejores prácticas de carpintería y el contratista tomara en cuenta los espacios y dimensiones requeridas por los otros acabados y materiales a instalarse.

Todas las puertas de madera y plywood junto con su marco deberán lijarse, sellarse y aplicar dos manos de barniz marino.

Todas las puertas exteriores llevaran cerradura de parche y las puertas internas llevaran cerraduras de pelta, se instalaran topes en todas puertas.

Puertas de Malla Ciclón.

Las puertas de malla ciclón será de tubo redondo galvanizado Ø 1 ½" cedula 36 como se indica en los planos y se aplicara pintura plateada únicamente en los lugares donde se soldó y las piezas que de fijación (varilla lisa de ¼") de la malla ciclón.

Todas las puertas de malla ciclón llevaran portacandados.

6.14. Instalaciones Sanitarias.

Alcance: Esta sección incluye el suministro de todos los materiales, accesorios, equipos y mano de obra necesarios para todos los sistemas mostrados en los planos.

Estas especificaciones incluyen lo relacionado con los sistemas siguientes:

- ❖ Sistema de Agua Potable.
- ❖ Sistema de Drenaje Sanitario

Verificación de Condiciones Existentes: El Contratista antes de comenzar la obra, deberá examinar todo el trabajo adyacente del cual el sistema de Plomería dependa de acuerdo con la intención de estas especificaciones, e infórmese al Ingeniero Supervisor cualquier condición que prevenga al contratista de efectuar un trabajo defectuoso. No se eximirá al contratista de ninguna responsabilidad por trabajo incompleto o defectuoso a menos que el contratista lo haya notificado al Ingeniero Supervisor por escrito y éste lo haya aceptado y aprobado antes que el contratista empiece cualquier parte del trabajo.

Normas: Todos los sistemas mencionados en este capítulo, deberán ser instalados y aprobados de acuerdo con los requerimientos del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (I.N.A.A); Sistema Nacional Contra Incendio (SINACOI); National Fire Protection Association (nfpa); National Plumbing Code (A.40.8) última edición.

Con respecto a la calidad de los materiales; proceso, método, acabado, nomenclatura y uso correcto de tuberías, accesorios y equipos; las normas y estándares de la American Standard Testing Material (ASTM), American Water Works Association (AWWA) y el asa de los Estados Unidos de Norteamérica, serán usados como base, a los requerimientos aceptables en la obra.

Coordinación en el Trabajo: Será responsabilidad del Contratista efectuar la coordinación necesaria y en su debida oportunidad con otras obras tales como, electricidad, mampostería, estructura de concreto, etc. a fin de efectuar la obra técnicamente correcta, bien coordinada y que no cause atrasos a la obra. Se deberán tomar las precauciones necesarias para proteger todos los aparatos, equipos, accesorios, etc, de golpes o accidentes, que serán suficiente causa para su rechazo.

El contratista será el responsable por roturas y daños que resultaren por el mal empleo de materiales, equipo, accesorios, violación de los reglamentos aquí establecidos, o por no regirse por los planos y las presentes especificaciones, corriendo por su cuenta cualquier gasto extra que fuera necesario para las correcta instalación de todos los sistemas a satisfacción del *Ingeniero supervisor y el dueño*.

La mano de obra para llevar a cabo todas las instalaciones, serán efectuadas por plomeros y fontaneros de primera clase y reconocida experiencia en el ramo.

Planos: En general, el alineamiento y separación entre las tuberías son esquemáticos, igualmente todas las esperas o drenajes de equipos o muebles sanitarios. Obsérvense los diámetros y pendientes indicados en los planos.

Manuales, Diagramas y Dibujos de los Equipos.

a). El contratista deberá suplir, dibujos, diagramas, literatura técnica, manuales técnicos y de instalación y cualquier otra información y datos pertinentes, para todos los sistemas, equipos, accesorios y materiales, los cuales serán remitidos al Ingeniero Supervisor para su aprobación antes de que sean ordenados o instalados.

b). Cualquier cambio en la localización o alineamiento de las tuberías deberá ser incorporado, con anotaciones en los planos y sometida al ingeniero Supervisor para su aprobación.

c). La aprobación por el Supervisor de cualquier aparato, material, equipo o su localización, no liberará al contratista de la responsabilidad de suministrar los mismos con las dimensiones, tamaño, cantidad, calidad y características de operación correcta para ejecutar eficientemente los requerimientos de los Documentos de Contrato. Tal aprobación no liberará al contratista de la responsabilidad por errores u omisiones de cualquier tipo que se encuentren en los artículos suministrados y/o instalados.

d). Si las características técnicas de los equipos y accesorios difieren de los documentos de contrato el contratista avisará por escrito al Ingeniero Supervisor de tales cambios enviando la información técnica pertinente y las razones para los cambios.

Generalidades.

Encofrado y Arriostramiento: Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja. El Contratista asume responsabilidad por todo encofrado efectuado defectuosamente y que pueda causar daño a terceros.

Remoción de Agua: El Contratista utilizará bombas y todo otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas y otras excavaciones. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que algún tubo o estructura sea colocado en una zanja con agua. El Contratista deberá disponer el agua de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

Relleno y Compactación: Salvo que el Ingeniero supervisor indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática. Solamente materiales seleccionados provenientes de las

excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del Ingeniero Supervisor, el contratista obtendrá por su cuenta en el banco de materiales aprobado, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras, calles y aceras desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el rasante se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 15 centímetros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 10 centímetros serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

Colocación y disposición de Materiales Excavados: Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas adyacentes.

El Contratista podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 20 cm. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobrara aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero Supervisor no fuera adecuado para este fin, estos materiales deberán ser removidos del sitio de la obra por el contratista a un lugar adecuado señalado o aprobado por el Ingeniero Supervisor.

Restauración de la superficie: El Contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida o perturbada por él durante la ejecución de la obra, incluyendo restauración de aceras, cunetas, etc.

Materiales: El Contratista suministrará todos los materiales tales como tuberías y accesorios de PVC y demás materiales necesarios para efectuar los trabajos estipulados en estas Especificaciones.

Instalación de Tubos y Accesorios.

A) La rasante de los tubos y accesorios deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de "Media Caña" a fin de que una cuarta parte de la circunferencia tubo y en toda su longitud quede en contacto con terrenos firmes, y además se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas. Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos o por el Ingeniero Supervisor y con la campana pendiente arriba. Las secciones de los tubos serán instaladas y unidas de tal manera que la tubería tenga una pendiente uniforme.

B) Los tubos se mantendrán completamente limpios para que el pegamento se adhiera.

C) No se permitirá la entrada de agua a la zanja durante la instalación de los tubos, ni se permitirá que el agua suba alrededor de las uniones hasta que éstas se hayan solidificado. No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocarlos hasta que hayan sido cubiertos con 30 centímetros de relleno.

D) Los terminales de los tubos que ya hayan sido instalados serán protegidos con tapones de material aprobado por el Ingeniero Supervisor, para evitar que tierra u otras suciedades penetren en los tubos.

E) El interior de los tubos deberá ser cuidadosamente mantenido libre de tierra, suciedad y cemento. Al finalizar la instalación de la tubería ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra, y suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías.

F) La instalación de tubería P.V.C. se realizara conforme al Boletín D-2321-72 de la American Society For Testing And Materials (ASTM).

Pruebas de Tuberías.

“Pruebas de Alineamiento”, se usará una linterna entre cajas de registro para comprobar el alineamiento de las tuberías y que no queden obstrucciones de los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz. El contratista deberá hacer las correcciones necesarias por su cuenta hasta dejar las tuberías de acuerdo con los alineamientos y pendientes indicados en los planos.

Prueba de fuga de agua con una columna de 10 pie, esta se hará antes de rellenar y compactar la zanja. El Contratista deberá informar al Ingeniero Supervisor las fechas de las pruebas con 24 horas de anticipación.

Si la inspección o las pruebas muestran defectos, tales defectos de material o de mano de obra serán reemplazados o reparados, y la inspección y las pruebas serán repetidas.

Las reparaciones en los sistemas se efectuarán con material nuevo. No se aceptarán calafateos de juntas o aberturas roscadas, epóxicos ni otro material similar.

Protección de obras no Terminadas.

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con seguridad las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas.

Limpieza o Ajuste.

Todo equipo, tuberías, accesorios y artefactos serán limpiados de grasa, residuos de metal y sedimentos que se hayan acumulado por la operación del sistema durante la prueba. Todo descoloramiento o cualquier otro daño al acabado, equipo o accesorio serán reparados por el contratista sin costo adicional para el dueño.

Sistema de Agua Potable.

La tubería a utilizarse en la red de distribución de agua potable será de cloruro de polivinilo (PVC), el cual deberá ajustarse a las normas ASTM- D-2241-73. Las Cédulas de las tuberías a utilizar serán las siguientes en PVC:

| Diámetro del tubo (mm) | Cédula del tubo |
|------------------------|-----------------|
| 13 mm | SDR 13.5 |
| 18 mm | SDR 17 |
| 25 mm | SDR 17 |
| 31 mm y mayores | SDR 26 |
| En Hierro galvanizado | SCH 40 |

La junta de las tuberías de PVC se ejecutará con la pegamento recomendado para tal fin (se usará cemento solvente, consistente en una solución de PVC clase 1254-B, el cual deberá cumplir con la norma ASTM-D-2564-72) con el cuidado de limpiar y secar la tubería antes de la unión.

Los accesorios de PVC serán cédula 40 y deberán cumplir con las normas ASTM-D-2466-69.

La unión entre los accesorios y las tuberías deberán hacerse con el mismo cemento que se utilizará para unir los tubos.

El tendido de la tubería de agua potable se realizará en la edificación a 0.50 m paralelo al eje de construcción.

Toda la red vertical será realizada en hierro galvanizado que será empotrado en las paredes de mampostería del edificio.

La red horizontal se tenderá a 30 cm mínimos del nivel del piso terminado de la edificación y cuando se cruce alguna línea de aguas potable y aguas negras, la red de agua potable cruzará por la parte superior.

Cuando la red de agua potable fuese tendida atravesando vía de tránsito vehicular ésta deberá ser tendida a no menos de 50 cm de profundidad y protegida con una capa de concreto 10 cm de espesor.

Todo núcleo sanitario deberá contar con una llave de pase que permita su reparación sin perturbar a otros núcleos del edificio.

Excavación: Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en los planos. El fondo de la zanja será conformado a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente plano; se excavarán depresiones para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanja no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1.20 metros sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos u ordenada por el Ingeniero Supervisor. Cuando en el fondo de la zanja se encuentren materiales inestables, basura o materiales orgánicos que en opinión del Ingeniero Supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el Ingeniero. Cuando sean removidos los materiales inaceptables como apoyo de la tubería y antes de colocar la tubería se rellenará la zanja hasta la sub-rasante con material granular que será apisonado en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda.

Instalación de Tubería y Accesorios para Agua Potable: Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y cortes aquí estipulados e indicados en los planos o designados por el Ingeniero supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante. Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante, en grados por diámetro de tubería y longitud de desarrollo.

Instalación de Válvulas: Válvulas de compuerta se instalarán en las tuberías y en los sitios indicados en los planos. Las válvulas deberán instalarse sobre bloque de reacción de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las cajas de válvulas se instalarán al ras con la superficie del terreno o piso.

Prueba de tubería: Después de instalar el tubo, antes de rellenar la zanja, el Contratista someterá a prueba secciones de tubería que no exceda 300 metros salvo que el Ingeniero Supervisor permita probar secciones más largas. Salvo

casos especiales aprobado por el Ingeniero Supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menos de 150 PSI y se mantendrá esta presión durante no menos de 2 horas. El contratista instalará los bloques de reacción temporales; tapones y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo el aire contenido sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba a lo aquí estipulado y con este fin se instalarán válvulas maestras donde el Ingeniero Supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y todos esos que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados por cuenta del contratista.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame el Contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables. La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas:

Máxima Fuga Permitida en Diámetro de Tubería galones /Hora/100 Juntas

| | |
|------------|-----|
| 2" y menos | 0.8 |
| 3" | 1.2 |
| 4" | 1.6 |

Si la inspección o las pruebas muestran defectos de materiales o de mano de obra serán reemplazados y/o reparados, y la inspección y las pruebas serán repetidas.

Las reparaciones en los sistemas se efectuarán con material nuevo.

Desinfección: Después del ensayo la tubería será limpiada. La desinfección se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro en suficiente cantidad para obtener en el agua un mínimo de 10 ppm de cloro residual después de 24 horas. El CONTRATISTA deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario para efectuar la desinfección de la tubería.

Bloques de Reacción: Bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designados por el Ingeniero supervisor incluyendo tees, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de estos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

Limpieza y Ajuste.

Todo equipo, tuberías, válvulas, accesorios y artefactos serán limpiados de grasa, residuos de metal y sedimentos que se hayan acumulado por la operación del sistema durante la prueba. Todo descoloramiento o cualquier otro daño al

acabado, equipo o accesorio serán reparados por el contratista sin costo adicional para el dueño.

PLANOS