

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Propuesta para una instalación fija de
tratamiento de RCDs

Autor: José Manuel GARCÍA MORENO

Fecha: Marzo 2006





DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**
- **ANEJOS**

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.2. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	2
1.3. MARCO LEGAL.....	3
1.3.1. Legislación Comunitaria.....	3
1.3.2. Legislación Nacional.....	4
1.3.3. Legislación Autonómica.....	6
1.4. TIPOS DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN.....	6
1.4.1. Residuos de derribos o demolición de edificios.....	6
1.4.2. Residuos de nueva construcción.....	7
1.4.3. Residuos de obras de rehabilitación.....	8
1.4.4. Residuos de obras públicas.....	8
1.5. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS.....	9
1.6. PESO ESPECÍFICO MEDIO DE LOS RESIDUOS.....	10
1.7. ALIMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	11
1.8. ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS.....	12
1.8.1. Especificaciones de la Zahorra.....	13
1.8.2. Especificaciones de Macadam.....	15
1.8.3. Mercado CE.....	17
1.8.4. Ensayos a realizar a la Zahorra ZA- 40.....	19
1.8.5. Ensayos a realizar a la Zahorra ZA- 25.....	20

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	21
2.1. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS.....	21
2.2. DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA PLANTA.....	29
2.3. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE RCDs.....	30
2.3.1. Diagrama de bloques línea de RCDs.....	32
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	33
3.1. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE RCDs.....	33
3.2. BÁSCULA ELECTRÓNICA.....	36
3.3. PLATAFORMA DE CARGA.....	38
3.4. TOLVA DE ALIMENTACIÓN.....	39
3.4.1. Forma geométrica de la tolva.....	39
3.4.2. Material de las placas de la tolva.....	40
3.4.3. Desbaste vibratorio.....	40
3.4.4. Alimentador vibrante.....	41
3.5. TRÓMEL SE SEPARACIÓN.....	41
3.6. PUESTOS DE TRIAJE.....	42
3.6.1. Descripción.....	42
3.6.2. Construcción de los puestos.....	43
3.6.3. Limitaciones ergonómicas de la anchura y la altura de la banda.....	44
3.6.4. Velocidad de la banda.....	45
3.7. TRITURADORA DE MANDÍBULAS.....	45
3.8. SILO REGULADOR.....	46
3.8.1. Descripción.....	46
3.8.2. Material de las placas del silo.....	47
3.8.3. Alimentador vibrante.....	47
3.9. TRITURADORA DE IMPACTOS.....	47
3.10. CRIBA VIBRATORIA.....	48
3.11. SEPARACIÓN MAGNÉTICA.....	50

4. ELEMENTOS ANEXOS.....	52
4.1. SERVICIOS Y OFICINAS.....	52
4.2. NAVE TALLER.....	52
4.3. MAQUINARIA.....	53
4.4. ASFALTADO.....	55
4.5. VALLADO.....	56
4.6. SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO.....	56
 ANEJOS	
 ANEJO 1: DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN.....	 57
1.1. DIMENSIONES BÁSICAS Y VOLUMEN REQUERIDO.....	57
1.2. ALIMENTADOR VIBRANTE.....	59
 ANEJO 2: DIMENSIONAMIENTO DEL TRÓMEL.....	 60
2.1. DIÁMETRO INTERNO.....	60
2.2. VELOCIDAD DE ROTACIÓN.....	61
 ANEJO 3: DIMENSIONAMIENTO DE LA TRITURADORA DE MANDÍBULAS.....	 63
3.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE TRITURADORA.....	63
3.2. SELECCIÓN DEL MODELO.....	64

ANEJO 4: DIMENSIONAMIENTO DEL SILO REGULADOR.....65

4.1. DIMENSIONES BÁSICAS Y VOLUMEN REQUERIDO.....65

4.2. ALIMENTADOR VIBRANTE.....66

**ANEJO 5: DIMENSIONAMIENTO DE LA TRITURADORA DE
IMPACTOS.....67**

5.1. SELECCIÓN DEL MODELO.....67

ANEJO 6: DIMENSIONAMIENTO DE LA CRIBA VIBRATORIA..69

6.1. PLACAS PERFORADAS.....69

6.2. AMPLITUD Y FRECUENCIA.....69

6.3. PENDIENTE DE LA CRIBA.....70

6.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CLASIFICACIÓN..71

6.5. MODELO SELECCIONADO.....72

**ANEJO 7: DIMENSIONAMIENTO DE CINTAS
TRANSPORTADORAS.....73**

7.1. CINTAS DE ANCHURA 1.20 M.....74

7.2. CINTAS DE ANCHURA 0.9 M.....76

ANEJO 8: CINTA ELECTROMAGNÉTICA.....83

8.1. SELECCIÓN DEL MODELO.....83

ANEJO 9: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	84
9.1. OBJETO.....	84
9.2. DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD.....	87
9.2.1. Introducción.....	87
9.2.1.1. Funcionamiento.....	88
9.2.1.2. Mantenimiento y reparaciones.....	89
9.2.2. Evaluación de riesgos laborales y medidas preventivas..	89
9.2.2.1. Funcionamiento.....	89
9.2.2.2. Mantenimiento y reparaciones.....	93
ANEJO 10: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	96
10.1. MEDIDAS CORRECTORAS.....	96
10.1.1. Sobre el polvo.....	97
10.1.1.1. Prevención y control del polvo.....	98
10.1.2. Sobre los ruidos.....	101
10.1.3. Sobre las vibraciones.....	104
ANEJO 11: TABLAS Y GRÁFICAS.....	105

DOCUMENTO N°2: PLANOS

PLANO N°1: VISTA GENERAL DE LA PLANTA

PLANO N°2: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS EQUIPOS

PLANO N°3: PUESTO DE TRIAJE

PLANO N°4: BÁSCULA

PLANO N°5: NAVE TALLER

PLANO N°6: SERVICIOS Y OFICINAS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	136
2. ALCANCE.....	136
3. RELACIONES ENTRE ADMINISTRACIÓN Y EL CONTRATISTA.....	137
3.1. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS.....	137
3.2. FUNCIONES DEL DIRECTOR.....	137
3.3. FACILIDADES A LA DIRECCIÓN.....	139
3.4. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.....	139
3.5. CONTRATISTA Y SU PERSONAL DE OBRA.....	139
3.6. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA.....	141
3.7. OFICINA DE OBRA DEL CONTRATISTA.....	142
3.8. LIBRO DE ORDENES.....	142
3.9. ORDENES AL CONTRATISTA.....	143
3.10. OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA.....	144
4. OBLIGACIONES SOCIALES, LABORALES Y ECONÓMICAS.....	146
4.1. CONTRATACIÓN DEL PERSONAL.....	146
4.2. OBLIGACIONES SOCIALES Y LABORALES DEL CONTRATISTA.....	147
4.3. SEGURIDAD E HIGIENE.....	148
4.4. OBJETOS HALLADOS EN LAS OBRAS.....	148
4.5. SERVIDUMBRES Y PERMISOS.....	149
4.6. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA.....	150
4.7. CARTELES DE OBRA.....	151

5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	151
5.1. PLANOS A SUMINISTRAR POR LA ADMINISTRACIÓN....	151
5.2. PLANOS A SUMINISTRAR POR EL CONTRATISTA.....	152
5.3. CONTRADICCIONES, OMISIONES Y ERRORES.....	153
5.4. CARÁCTER CONTRACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN..	154
6. COMIENZO DE LAS OBRAS.....	155
6.1. CONOCIMIENTO DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS..	155
6.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO.....	156
6.3. PROGRAMA DE TRABAJO.....	157
7. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS.....	159
7.1. REPLANTEOS.....	159
7.2. ACCESO A LAS OBRAS.....	161
7.3. ACCESO A LOS TAJOS.....	162
7.4. TELECOMUNICACIONES.....	162
7.5. INSTALACIONES AUXILIARES DE OBRA Y OBRAS AUXILIARES.....	163
7.6. MATERIALES.....	165
7.7. ENSAYOS Y RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	167
7.8. ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES.....	167
7.9. MATERIALES DEFECTUOSOS.....	168
7.10. ACOPIO DE MATERIALES.....	168
7.11. CONTROL DE CALIDAD.....	170
7.12. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS.....	171
7.13. TRABAJOS NO AUTORIZADOS.....	173
7.14. USO DE OBRAS PARCIALMENTE TERMINADAS.....	173

7.15. CONSERVACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	174
8. ABONO DE LA OBRA EJECUTADA.....	175
8.1. MEDICIÓN DE LA OBRA EJECUTADA.....	175
8.2. PRECIOS UNITARIOS DE CONTRATO.....	176
8.3. OBRAS CONSTRUIDAS EN EXCESO.....	177
8.4. OBRAS EJECUTADAS EN DEFECTO.....	178
9. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	178
9.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS.....	178
9.2. MEDICIÓN GENERAL.....	179
9.3. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.....	180

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	181
CAPÍTULO 2: VALLADO.....	181
CAPÍTULO 3: SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO.....	182
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIONES Y NAVES.....	182
4.1. CASETA PREFABRICADA.....	182
4.2. PLATAFORMA DE CARGA.....	182
4.3. EDIFICACIONES Y NAVES.....	183
CAPÍTULO 5: URBANIZACIÓN.....	183
CAPÍTULO 6: EQUIPOS.....	184

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE PUESTAS A TIERRA.....	185
CAPÍTULO 8: CONTROL DE CALIDAD.....	186
8.1. ENSAYOS A REALIZAR A LA ZAHORRA RECICLADA (ZA-40).....	186
8.2. ENSAYOS A REALIZAR A LA ZAHORRA RECICLADA (ZA-25).....	187
RESUMEN POR CAPÍTULOS.....	188
PRESUPUESTO GENERAL.....	189
COMPLEMENTO DE HONORARIOS.....	190

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es dimensionar una instalación fija de recuperación y reciclaje de residuos áridos de la construcción y demolición de edificios en el término municipal de Jerez de la Frontera siguiendo la normativa vigente. Las fracciones a separar en estos residuos van a ser plástico, papel, madera, metales, vidrios y residuos áridos (escombros). A los residuos áridos se le va a realizar un proceso de separación y trituración con el fin de obtener áridos reciclados, para su posterior reutilización.

Actualmente, la práctica totalidad de los residuos procedentes de la construcción y demolición de edificios (RCDs), tienen como sistema de gestión el vertido, controlado en contadas ocasiones, pero sobre todo incontrolado en puntos totalmente diseminados, siendo escasa o prácticamente nula cualquier otra alternativa de valorización, reciclaje y/o reutilización.

La falta de un sistema de gestión adecuado para este tipo de residuos, está creando un grave problema en el entorno de nuestras ciudades, problema que se agrava año tras año e incide directamente sobre el medio ambiente, propiciando su deterioro y un gran impacto visual debido al gran volumen que ocupan. Además, el abandono indiscriminado de todos estos residuos supone un importante despilfarro, por cuanto se pierden una serie de recursos que podrían ser recuperados y reutilizados.

El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición responde a la necesidad de planificar y gestionar específicamente los residuos de construcción y demolición, excluidos del Plan Nacional de Residuos, porque representan un impacto sobre el medio ambiente. Además, da cumplimiento

a las legislaciones europea y española, al tiempo que se establece un marco para su correcto reciclaje y valorización.

Los objetivos generales planteados en el diseño de la Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición van a ser:

- Tratamiento integral de todos los residuos de construcción y demolición generados en el ámbito de influencia de la planta, es decir, en el término municipal de Jerez de la Frontera.
- Separación de cuantos materiales acompañen a los restos de construcción y demolición y que no tengan carácter de inertes, así como su adecuada gestión.
- Recuperación de cuantos materiales sean susceptibles de un reciclaje y reutilización (madera, vidrio, férricos, etc)
- Reciclado de los materiales inertes para su posterior reutilización.
- Restauración medioambiental de un espacio degradado, en este caso, la cantera donde se ubicará la instalación, con los inertes tratados que no hayan tenido otro uso.

1.2. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Como se ha indicado anteriormente, las instalaciones objeto de este estudio se encuentran ubicadas en el término municipal de Jerez de la Frontera (Cádiz).

El lugar exacto de ubicación de la misma quedará por determinar, siendo aconsejable su instalación en una antigua cantera, ya explotada, con el fin de emplearla como depósito controlado del material de rechazo de la instalación, consiguiéndose así, la recuperación paisajística del emplazamiento.

La ubicación de la planta de tratamiento va a estar condicionada por una serie de factores.

En primer lugar debe estar situada en un punto de fácil y rápido acceso, para ello deben existir vías de comunicación adecuadas para dicho transporte.

Es deseable que se encuentre a una distancia razonable de los puntos de generación de los residuos y de los puntos de venta de los productos, para así no tener costes de transporte demasiado elevados.

Asimismo, es de gran importancia el estudio de impacto ambiental al seleccionar el emplazamiento de la instalación. No solo por minimizar los efectos que la planta puede producir en el medioambiente, sino que también otros de los objetivos será la recuperación de un espacio degradado.

Se ha estimado que la superficie necesaria para poder realizar las actividades para las que la instalación se ha dimensionado es de 75.000 metros cuadrados.

1.3. MARCO LEGAL

1.3.1. LEGISLACIÓN COMUNITARIA

- **DIRECTIVA 91/156/CE**, de 18 de Mayo que modifica la Directiva 75/442/CEE, relativa a los residuos. En ella se establece la obligación de los Estados miembros de elaborar Planes Nacionales de Gestión de Escombros.
- **DIRECTIVA 96/91/CE**, de 24 de Septiembre, relativa al control integrado de la contaminación. En ella se incluyen

medidas para luchar contra los vertidos así como contra la generación de residuos.

- **DIRECTIVA 31/99**, de 26 de Abril, relativa al vertido de residuos. Trata de disminuir y reducir los efectos negativos del vertido de residuos, introduciendo normas técnicas a aplicar para el vertido. Define los vertederos como instalaciones de eliminación, clasificándolos en tres categorías: de residuos peligrosos, residuos no peligrosos e inertes, estando reservadas exclusivamente cada clase de vertedero para su tipo de residuo.
- **DIRECTIVA 94/62/Ce**, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

1.3.2. LEGISLACIÓN NACIONAL

- **LEY 10/98, de 21 de Abril, de Residuos**. Define los diferentes tipos de residuos y desarrolla competencias en su gestión, planificación y las normas para su correcta gestión. Se prevé la elaboración de Planes Nacionales, que recojan los Planes Autonómicos de gestión, y que desarrollarán los residuos de la Construcción y Demolición de edificios.
- **RESOLUCIÓN de 13 de Enero de 2000**, en la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de ministro, de 7 de Enero, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos Urbanos.(P.N.R.U.)
- **RESOLUCIÓN de 14 de Junio de 2001**, en la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministro de 1 de Junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006). En el se fijan los principios de gestión, objetivos específicos de reducción, reutilización, reciclado y eliminación: las medidas a adoptar para conseguir dichos

objetivos; los medios de financiación y el procedimiento de revisión.

- **REAL DECRETO 1481/2001**, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero. En el mismo, se traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos, establece el marco jurídico y técnico que regula las actividades de eliminación de residuos mediante su depósito en vertederos. De su ámbito de aplicación se excluyen expresamente la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración/ acondicionamiento y colmatación, o con fines de construcción, en vertederos (Art. 3.2. del Real Decreto), con lo que el aprovechamiento de residuos inertes en este tipo de actividades no constituye necesariamente una actividad de vertido.
- **LEY 11/97, de 24 de Abril**, de Envases y Residuos de Envases, desarrollada en el Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril.
- **LEY 16/2002**, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación. Fijará las condiciones ambientales que se exigirán para la explotación de las instalaciones, especificando los valores límites de emisión de sustancias contaminantes.
- **Orden de 27 de Abril de 1999**, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático, en sus fases de verificación, después de reparación o modificación y de verificación periódica.
- **Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre**. Prevención de Riesgos Labores y **R.D. 39/1.997 de 17 de Enero**: Reglamento de los Servicios de Prevención

1.3.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

- **LEY 7/94**, de 18 de Mayo, de Protección Ambiental, (L.P.A.) que definen el marco normativo y de actuación de la Comunidad Autónoma en materia de Calidad Ambiental.
- **DECRETO 283/1995**, de 21 de Noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Promueve la reducción en la producción y su peligrosidad; fomenta la recogida selectiva; su valorización e incentiva su reciclaje y reutilización; y la eliminación de los depósitos incontrolados asegurando el tratamiento adecuado de los residuos.
- **DECRETO 218/1999**, de 26 de Octubre, por el que se aprueba el **Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía**. Plantea como objetivos la minimización del volumen de residuos, el aumento de la reutilización y reciclaje y el depósito de los materiales no reutilizables, mediante las siguientes instalaciones: centros de recogida y selección previa; centros de tratamiento, y depósitos controlados.

1.4. TIPOS DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Los residuos generados en la construcción y demolición de edificios se pueden clasificar en función de su procedencia en cuatro grandes grupos:

1.4.1. RESIDUOS DE DERRIBOS O DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS

Para conseguir buenos resultados en el reciclaje de los residuos de demoliciones, es necesario fijar unos requisitos pre-derribo así como una

planificación de las posibles fuentes de los materiales recuperados antes de iniciar el proceso de derribo.

En estos residuos de demoliciones aparecen con frecuencia residuos tóxicos, como los CFCs y PCBs, procedentes de conductos de refrigeración y de transformadores, así como otros residuos peligrosos, como son los compuestos halogenados, de mercurio, de sodio, de níquel o de cadmio, y otros materiales que pueden emanar sustancias tóxicas, por ejemplos, las maderas tratadas, siendo preciso en todos los casos, su separación, recogida y envío a gestor autorizado.

Asimismo, se tendrá en cuenta que la reutilización tiene los mismos parámetros de calidad que los productos convencionales, por lo que habrá que asegurar las propiedades de los materiales, que afecta a su ciclo completo, es decir, derribo, admisión, valorización, almacenamiento y reutilización.

1.4.2. RESIDUOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

En los edificios no residenciales (industriales, oficinas) se emplean elementos constructivos y prefabricados de mejor calidad que generan menos residuos, aunque si generan residuos peligrosos.

Los edificios residenciales generan mayor volumen de residuos pétreos y de envases y residuos de envases.

En la fase constructiva de cimentación se generan pocos residuos, que se pueden reutilizar en la obra, siendo los principales residuos los fluidos procedentes de la limpieza de los hormigones y otros restos.

En la fase de cierre y cubierta, los residuos son muy heterogéneos. Pétreos, aislantes, cerámicos, morteros, etc.

En la fase de acabado se obtiene una gran producción de residuos muy heterogéneos, en particular: yesos, mortero, hierro galvanizado, pinturas, barnices, cerámicos y fluidos de pulimentación.

En general, se generan gran cantidad de residuos de envases, sobre todo en determinadas fases de la construcción, cuya recogida diferenciada, reduciría de manera significativa la producción global de residuos así como su heterogeneidad, aumentando la cantidad de materiales recuperados y facilitando los procesos de selección en el tratamiento de los escombros.

1.4.3. RESIDUOS DE OBRAS DE REHABILITACIÓN

Producen una mezcla de residuos muy heterogénea, con abundancia de cerámicas y yesos, pero también maderas, hierros, metales, y con frecuencia se le añaden residuos voluminosos y muebles y enseres, envases de pinturas y otros residuos peligrosos. En esta categoría de residuos se incluyen obras menores y pequeñas reformas domiciliarias.

1.4.4. RESIDUOS DE OBRAS PÚBLICAS

Son residuos de gran importancia y tienen unas características propias, no produciendo gran cantidad de residuos, siendo estos en la mayoría de los casos reutilizados en la propia obra.

Actividad productora	% RCDs sobre el total
Derribo intensivo	55
Derribo selectivo	4
Rechazo edificaciones y reformas	30
Obras públicas	10
Rechazo reciclado	1

Fuente: Los Residuos Urbanos y Asimilables. 2.003

1.5. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

Su composición y naturaleza varía en función de la procedencia de los mismos, de la separación que se haya realizado en origen, así como de la fase de ejecución de las obras.

Se pueden clasificar estos residuos en dos grandes grupos:

- Escombros
- Envases y otros.

GRUPO	MATERIALES	% EN PESO
Escombros 75%	Ladrillos, azulejos, cerámicas	54,00
	Hormigón	12,00
	Piedras	5,00
	Arena, grava, otros áridos	4,00
Envases y otros 25%	Madera	4,00
	Vidrios	0,50
	Plásticos	1,50
	Metales	2,50
	Asfalto	5,00
	Yesos	0,20
	Papel	0,30
	Basuras	7,00
	Otros	4,00
TOTAL		100,00

Fuente: Los Residuos Urbanos y Asimilables. 2.003

Otro tipo de clasificación, según el tipo de actividad constructiva:

Tipo	Demolición	Nueva construcción	Reformas
Ladrillos y hormigón	85	59	59
Materiales no combustibles	1	22	20
Madera	13	13	20
Materiales combustibles	1	6	1

Fuente: Los Residuos Urbanos y Asimilables. 2.003

1.6. PESO ESPECÍFICO MEDIO DE LOS RESIDUOS

En el presente apartado se va a definir de donde viene el dato de peso específico adoptado en el dimensionado de la instalación. Éste se obtendrá a partir de los datos aportados de composición de los residuos y de los pesos específicos de cada material.

Composición de los residuos de construcción y demolición de edificios y peso específico de cada uno de ellos: Ver Anejo 11, Fig. 1

	Composición (%)	Peso específico (kg./m ³)
Ladrillos, azulejos, cerámicas	54	1663
Hormigón	12	2200
Piedras	5	2914
Arena, grava, otros áridos	4	2000

Al sumar los porcentajes obtenemos 75%, que es cantidad de residuos áridos contenidos en los RCDs.

Con estos datos se obtiene un PESO ESPECÍFICO = $1.850 \text{ kg./m}^3 = 1,85 \text{ Tn/m}^3$

1.7. ALIMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para la instalación, inicialmente se ha fijado una capacidad de tratamiento de 200.000 Tn/año de residuos brutos.

Se va a tener en cuenta que la instalación va a operar de Lunes a Viernes y que un año tiene una media de 252 días laborables. Asimismo, cabe indicar que la planta de reciclaje va a trabajar en un solo turno de 8 horas. Este factor permitiría doblar su capacidad de tratamiento incorporando un nuevo turno de trabajo si fuera necesario.

Partiendo de esta capacidad de tratamiento se obtiene una capacidad de procesado de 99,2 Tn/h de residuos brutos.

Según el Plan Nacional de Residuos de la Construcción y Demolición el 75% de los residuos brutos son áridos, lo que implicaría, que la planta debe tener una capacidad de tratamiento de aproximadamente 74,4 Tn/h de residuos áridos.

Según Juan Tiktin (1.995), es necesario dimensionar el alimentador y trituradora primaria para una producción un 40% superior a la media exigida en la planta para combatir los tiempos muertos ocasionados por obstrucciones o retrasos de los camiones. Además es necesario dicho margen debido a que realmente no se eliminan todos los materiales impropios en la etapa inicial de separación manual. Considerando todo esto, se obtiene una capacidad de tratamiento para la instalación de aproximadamente 104,16 Tn/h.

CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE LA INSTALACIÓN = 104,16 Tn/h

1.8. ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

En la instalación, tras haber sometido los escombros a los procesos correspondientes, se van a obtener los siguientes áridos reciclados de calidad:

- *Zahorra artificial reciclada ZA-40*

Este producto está formado por una fracción de gruesos y una fracción de finos, con una granulometría continua entre 0 y 40 mm.

La fracción gruesa esta constituida por restos pétreos machacados de hormigón, ladrillos y cerámicos, terrazos, aglomerados, etc y la fracción fina por arenas y finos no plásticos.

Asimismo, este producto posee materiales conglomerantes como cal y cemento que favorecen la cohesión de las partículas del árido.

- *Zahorra artificial reciclada ZA-25*

Este producto posee un aspecto de suelo arenoso, compuesto por arena, finos y pequeños restos pétreos (ladrillos, azulejos, etc.), con una granulometría no superior a 25 mm.

Ésta posee materiales conglomerantes como cal y cemento que favorecen la cohesión de las partículas del árido.

- *Macadam 40-80*

Este producto está compuesto por trozos gruesos de todo tipo de materiales pétreos (ladrillos cerámicos, trozos de azulejos, terrazos, restos de mortero, hormigón endurecido, etc.), y una pequeña fracción de arenas.

Este producto posee una granulometría comprendida entre 40 y 80 mm. Así como un pequeño porcentaje de finos.

1.8.1. ESPECIFICACIONES DE LA ZAHORRA

Se define como zahorra artificial el material granular, de granulometría continua, formado por áridos machacados, total o parcialmente, en la proporción mínima que se especifique en cada caso.

Los materiales granulares reciclados se incluyen dentro de las zahorras artificiales, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de Junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001- 2006, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en el *Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes- 2ª Edición (PG3)* que está vigente en la actualidad, y se declare el origen de los materiales, tal y como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

Los materiales para las capas de zahorra reciclada no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

- Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento en los demás casos.

- Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra materia que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según el anexo C de la UNE 146.130, deberá ser inferior a dos.

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, será mayor de treinta y cinco para tráfico T0 y T1, y a treinta en los demás casos.

- Plasticidad

El material será “no plástico” según la UNE 103.104 para zahorras artificiales en cualquier caso.

En su utilización en arcenes no pavimentados, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá admitir que el índice de plasticidad, según la UNE 103.104, sea inferior a diez.

- Resistencia a la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1.097-2, de los áridos para la zahorra artificial será inferior a treinta para tráfico T0 y T1, y a treinta y cinco en los demás casos.

Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones de resistencia a compresión final superior a treinta y cinco megapascales el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en 5 unidades a los valores especificados anteriormente.

- Forma

En el caso de las zahorras artificiales, el índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco.

- Granulometría

El cernido por el tamiz 80 μm UNE será menor que los dos tercios del cernido por el tamiz 400 μm UNE.

La curva granulométrica estará comprendida dentro de los husos reseñados en el siguiente cuadro:

Tamices UNE	Cernido ponderal acumulado(%)	
	ZA (40)	ZA (25)
40	100	—
25	75-100	100
20	60-90	75-100
10	45-70	50-80
5	30-50	35-60
2	16-32	20-40
400 μm	6-20	8-22
80 μm	0-10	0-10

Fuente: PG3

1.8.2. ESPECIFICACIONES DE MACADAM

Se define como macadam el material constituido por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

Árido grueso

- Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y deberá contener como mínimo, un setenta y cinco por ciento, en peso, de elementos que presenten dos o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Composición granulométrica

La curva granulométrica del árido grueso estará comprendida dentro de uno de los husos indicados en el siguiente cuadro:

Cedazos UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
100	—
90	—
80	100
63	90-100
50	—
40	0-10
25	—
20	0-5
12,5	—

Fuente: PG3

- Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a treinta y cinco.

Recebo

- Condiciones generales

El recebo será, en general, detritus de machaqueo o materia local, o bien una arena natural o suelo seleccionado.

- Composición granulométrica

La totalidad del recebo pasará por el cedazo 10 UNE. La fracción cernida por el tamiz 5 UNE será superior al ochenta y cinco por ciento en peso.

La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE estará comprendida entre el diez por ciento y el veinticinco por ciento en peso.

- Plasticidad

El recebo cumplirá la condición de ser no plástico y el equivalente de arena será superior a treinta.

1.8.3. MARCADO CE

Los áridos producidos en esta instalación van a cumplir con las especificaciones expuestas anteriormente, de manera, que van a cumplir con el mercado CE de áridos, en cumplimiento de la Directiva Europea 89/106/CEE, traspuesta a Legislación Nacional mediante Real Decreto 1630/1992.

El mercado de los áridos es una obligación legal imprescindible para poder comercializarlos tanto en España como en el resto de los países comunitarios.

Para adoptar este sistema, se deberá realizar unos ensayos iniciales que permitirán asegurar la conformidad de los productos con alguno de los grupos de áridos normalizados por la Comunidad Europea.

Posteriormente, se debe establecer un Control de Calidad en la Producción, que incluye tomas de muestra y los correspondientes análisis periódicos de los áridos, por parte de un laboratorio independiente.

Una vez que el sistema de control esté en funcionamiento, se contratarán los servicios de un Organismo Certificado, para así certificar que este sistema es acorde con los requisitos de evaluación de conformidad, y poder marca los productos con la declaración de conformidad CE.

A continuación se van a exponer los diferentes ensayos a los que se van a someter los áridos por parte de un laboratorio externo, así como su periodicidad.

1.8.4. ENSAYOS A REALIZAR PARA LA ZAHORRA RECICLADA (ZA-40)

Ensayo	Frecuencia	Nº Anual de ensayos
Propiedades geométricas de los áridos		
Granulometría de suelos por tamizado (UNE EN 933-1/98)	1/ semana	50
Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas (UNE EN 933-3.797)	1/mes	12
Determinación del % caras de fracturadas (UNE EN 933-5/99)	1/mes	12
Evaluación de los finos. Equivalente de arena (UNE EN 933-8/2.000)	1/ semana	50
Evaluación de los finos. Azul de metileno (UNE EN 933-9/99)	1/ semana	50
Propiedades mecánicas de los áridos		
Determinación de la resistencia a la fragmentación, Ensayo de los Ángeles (UNE EN 1.097-2/99)	2/año	2
Determinación de densidad de la partícula y absorción de agua (UNE EN 1097-6/2.001)	1/año	1
	1/año	1
Propiedades químicas de los áridos		
Contenido total en azufre(UNE EN 1.744-1/98 Art. 11)	1/año	1
Sulfatos solubles en ácidos (UNE EN 1.744-1/98 Art. 12)	1/año	1
Materia orgánica (UNE EN 1744-1/99)	1/año	1
Determinación de los componentes orgánicos que afectan al fraguado y al endurecimiento de los hormigones UNE EN 1.744-1 (Húmicos, Ácido fulvico, resistencia comparativa tiempo de fraguado)	1/año	1
	1/año	1
	1/año	1

1.8.5. ENSAYOS A REALIZAR PARA LA ZAHORRA RECICLADA (ZA-25)

Ensayo	Frecuencia	Nº Anual de ensayos
Propiedades geométricas de los áridos		
Granulometría de suelos por tamizado (UNE EN 933-1/98)	1/ semana	50
Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas (UNE EN 933-3.797)	1/mes	No se realiza
Determinación del % caras de fracturadas (UNE EN 933-5/99)	1/mes	No se realiza
Evaluación de los finos. Equivalente de arena (UNE EN 933-8/2.000)	1/ semana	50
Evaluación de los finos. Azul de metileno (UNE EN 933-9/99)	1/ semana	50
Propiedades mecánicas de los áridos		
Determinación de la resistencia a la fragmentación, Ensayo de los Ángeles (UNE EN 1.097-2/99)	2/año	No se realiza
Determinación de densidad de la partícula y absorción de agua (UNE EN 1.097-6/2.001)	1/año	1
	1/año	No se realiza
Propiedades químicas de los áridos		
Contenido total en azufre(UNE EN 1.744-1/98 Art. 11)	1/año	1
Sulfatos solubles en ácidos (UNE EN 1.744-1/98 Art. 12)	1/año	1
Determinación de los componentes orgánicos que afectan al fraguado y al endurecimiento de los hormigones UNE EN 1.744-1 (Húmicos, Ácido fulvico, resistencia comparativa tiempo de fraguado)	1/año	1
	1/año	1
	1/año	1

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

La planta de recuperación, valorización y eliminación de residuos inertes de la construcción y derribo de edificios incluye una planta de clasificación, reutilización y reciclaje de escombros, y una instalación para la recuperación ambiental y regeneración paisajística.

La instalación dedicada a la regeneración paisajística es una antigua cantera, ya explotada, que servirá como depósito controlado de escombros y como base operativa para la maquinaria que realiza el proceso de reciclaje de éstos, basado en su transformación en áridos reciclados.

2.1. ANÁLISIS DEL PROCESO

A) Recepción y control del material bruto

Los residuos de la construcción y demolición (RCDs) llegarán a la planta en camiones tipo bañera y remolques. Se trata de camiones de caja abierta, lisa y estanca. Por seguridad de la circulación vial deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para una mejor protección durante el transporte. La llegada de los mismos no se produce de una forma uniforme durante toda la jornada de trabajo, sino que se produce de forma puntual. Los vehículos son sometidos a pesaje y control en la zona de recepción a su llegada a la planta. En la instalación se aceptarán únicamente aquellos residuos inertes generados como consecuencia de construcciones, demoliciones o reformas, como pueden ser las tierras, yesos, cementos, ladrillos, hormigón, cascotes y similares.

En esta etapa del proceso, se realizará una primera clasificación visual del material separándolo en residuo limpio o mezclado. En la actualidad la mayor parte del residuo tratado en instalaciones similares es mezclado.

En el caso de que el residuo contenga una gran cantidad de fracción fina (arena) o bien cuando posee un alto contenido en arcillas y cal, éste, además de no tener la calidad necesaria para ser reciclado, podría provocar problemas en la instalación. Por ello, se destina para la regeneración paisajística, pasando directamente a su depósito controlado.

B) Acopio del material y eliminación de materiales no áridos de gran tamaño

En esta fase se ha de asegurar el almacenamiento para el caso en el que la instalación quede fuera de servicio ya sea total o parcialmente. Este margen de seguridad se estima en aproximadamente dos días de producción. Esta fase sirve también de acople entre la recepción y la clasificación de residuos ya que permite el trabajo con un caudal constante de éstos.

Para esta fase, se construirá una explanada donde se van a ir depositando los residuos y se procederá a una primera separación manual de los elementos impropios de gran tamaño (metales, maderas, papel, plástico, etc.). Estos materiales serán llevados a unos contenedores habilitados en la planta para su posterior recogida por gestores autorizados.

De esta explanada los residuos son transportados directamente a la línea de tratamiento por medio de la maquinaria adecuada (palas cargadoras).

En el caso de que se tenga de partida un residuo limpio se almacenaría en otra zona distinta separándolo del material mezclado para su posterior reciclado.

C) Reducción de tamaño

El término “reducción de tamaño” se aplica a todas las formas en que las partículas de los sólidos se transforman en otras más pequeñas.

La trituración está basada en impartir al material unas tensiones superiores a su límite elástico, provocando su fractura.

Las partículas mantienen su forma gracias a las fuerzas de cohesión, para sobrepasarlas hay que aplicar una energía.

Existen cuatro principios de trituración:

- Impacto
- Compresión
- Atrición
- Cizallamiento

De éstos, sólo son de interés los dos primeros: *Impacto* y *compresión*.

Impacto: Es el choque profundo e instantáneo de un objeto moviéndose contra otro. Cuando se rompe la piedra recibe una fuerza a gran velocidad en un espacio libre y absorbe toda la energía sin desplazarse ni apoyarse, siguiendo las leyes de la explosión y salen sus fragmentos en todas direcciones, a una velocidad 400 veces más rápida que cuando se rompe a compresión. El impacto dinámico tiene una serie de ventajas para la trituración de muchos materiales y está especificado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando se necesita obtener una partícula cúbica.
- Cuando se requiere una granulometría continua.
- Cuando el material debe ser roto por líneas de fractura naturales.
- Admite partículas muy húmedas.

Compresión: Se realiza apoyando el árido contra un elemento y aplicando una fuerza durante un tiempo con un desplazamiento y recibiendo una serie de choques en un espacio cerrado. La compresión está indicada:

- Cuando el material es muy duro.
- Cuando el material es abrasivo.
- Cuando el material no es pegajoso (no húmedo).
- Cuando se necesita un producto uniforme con un mínimo de finos.
- Cuando el material deba ser roto cúbicamente.
- Donde el producto acabado va a ser relativamente grueso.

Como la relación de trituración es muy baja en los procesos de reducción de tamaño, será imprescindible efectuar la trituración en 2 ó 3 escalones llamados normalmente trituración primaria, secundaria y terciaria, o más propiamente 1ª, 2ª y 3ª reducción.

Trituración primaria: Cuando el tamaño de las partículas de entrada es superior a los 150 mm. El tamaño de salida va de 50 a 150 mm. Esta trituración puede realizarse mediante:

- machacadoras de mandíbulas
- trituradoras giratorias
- trituradores de impacto
- trituradores de cilindros

Trituración secundaria: Cuando el tamaño de las partículas de entrada es de 50 a 150 mm y el de salida esté entre 100 y 25 mm. La fragmentación puede hacerse mediante:

- machacadoras gravilladoras de mandíbulas
- molinos de martillos
- molinos de cilindros
- trituradoras giratorias secundarias
- trituradoras de cono estrecho
- trituradores de impacto

Trituración terciaria: Cuando permite un tamaño de salida de partículas inferior a los 20 mm. Puede hacerse mediante:

- molinos de martillos
- molinos de cono ancho
- molinos de bolas o barras

C) Separación mecánica por tamaños

Para ello se va a realizar un proceso de cribado, en el cual una mezcla de partículas, llamada alimentación, es separada en dos o más grupos, según el tamaño de las partículas. Se efectúa haciendo pasar la alimentación por un tamiz con orificios de un determinado tamaño (luz de malla).

Las partículas de dimensiones inferiores a los orificios de diámetro D pasan por los mismos (producto pasa) y se clasifican como tamaños inferiores a D , mientras que los mayores no pasan (producto retenido) y se clasifican como mayores que D .

En un piso o tela, los retenidos saldrían al final a una canaleta fuera de la criba hacia una cinta, montón, etc.

Para lograr la separación en las distintas fracciones, los elementos comúnmente usados son las cribas que pueden ser vibratorias, tromel o de disco.

Los trómeles son cribas giratorias horizontales que van a separar las fracciones en función de sus tamaños. En la primera fase de la instalación se ha elegido el tromel por los siguientes motivos:

- Menor precio y complejidad del dispositivo.
- Permite un mayor caudal de residuos aunque la superficie de cribado también es superior.
- Es el más usado.

En la segunda fase se ha seleccionado una criba vibratoria por los siguientes motivos:

- Permite separar los residuos en una mayor variedad de fracciones.
- Mayor rendimiento de cribado.
- Necesita una menor superficie de cribado.

Dentro del las cribas vibratorias, se encuentran las de eje excéntrico, de oscilaciones libres y de doble eje excéntrico.

E) *Transporte*

Para realizar el transporte de los residuos por la planta entre los diferentes puestos existen tres alternativas: transporte neumático, en vehículo y cinta transportadora. De ellos, el que se va a utilizar en la planta va a ser la cinta transportadora, que va a permitir un transporte más eficiente y rápido. Además su coste es relativamente bajo y no interfiere con la separación magnética. Sin embargo, va a presentar una serie de problemas cuando se tengan materiales

afilados, cortantes o muy pesados. También se presentan problemas en los puntos de transferencia entre una cinta transportadora y otra.

El otro sistema de transporte que se empleará en la planta va a ser el de palas cargadoras que van a permitir el transporte desde las zonas de acopio a la tolva de alimentación, así como el transporte de diferentes materias en caso de tener que ser sometidas a un nuevo proceso de trituración.

F) *Separación magnética*

Los metales féreos tienen una propiedad que va a permitir una separación de otros materiales que es el magnetismo. Cualquier partícula situada en el interior de un campo magnético se magnetiza hasta cierto punto y se comporta como un dipolo magnético. Dependiendo de las características magnéticas del material se puede clasificar como ferromagnético, paramagnético (que se atrae magnéticamente) o diamagnético (que se repele por un campo magnético). Las sustancias ferromagnéticas (como el hierro, el níquel y el cobalto) pueden magnetizarse de forma permanente.

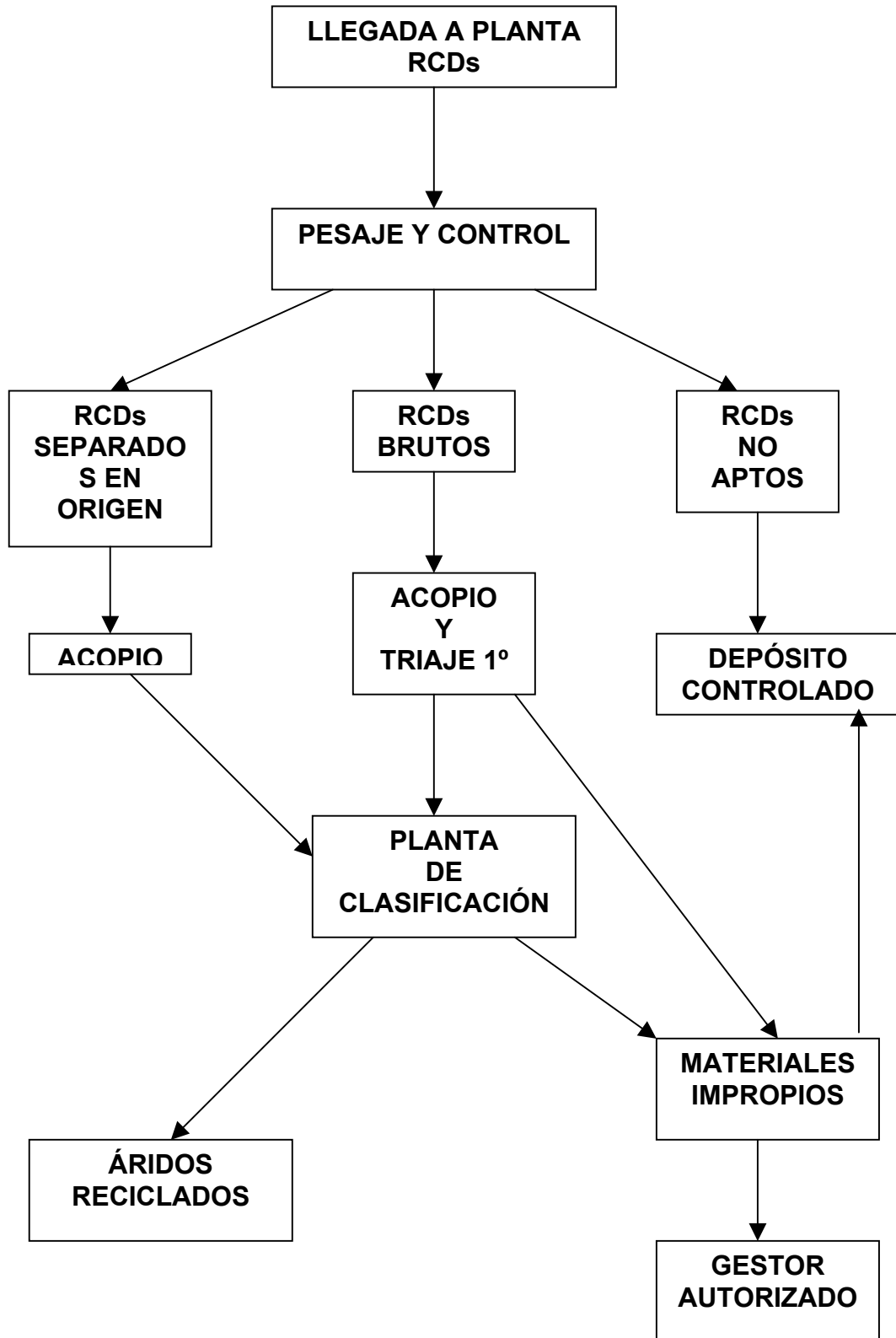
En todos los tipos de separación magnética, los materiales a separar van a pasar cerca del campo magnético de un imán (el espacio a través del cual se siente su influencia) el cual va a atraer a estos materiales, los transporta, y cuando el material llega a la parte donde no hay magnetismo se depositan en una cinta transportadora o contenedor.

G) *Almacenamiento*

En esta planta se van a tratar una gran cantidad de residuos por lo que va a ser esencial la existencia de métodos eficaces de almacenamiento y manipulación. Los productos finales ya triturados y separados van a ser almacenados en una zona habilitada para ellos en forma de montones según las distintas granulometrías. Al tratarse de un

producto reciclado inerte, dicho almacenamiento se realizará al aire libre, al no presentarse necesidad alguna de protegerlo de las condiciones ambientales adversas.

2.2. DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA PLANTA



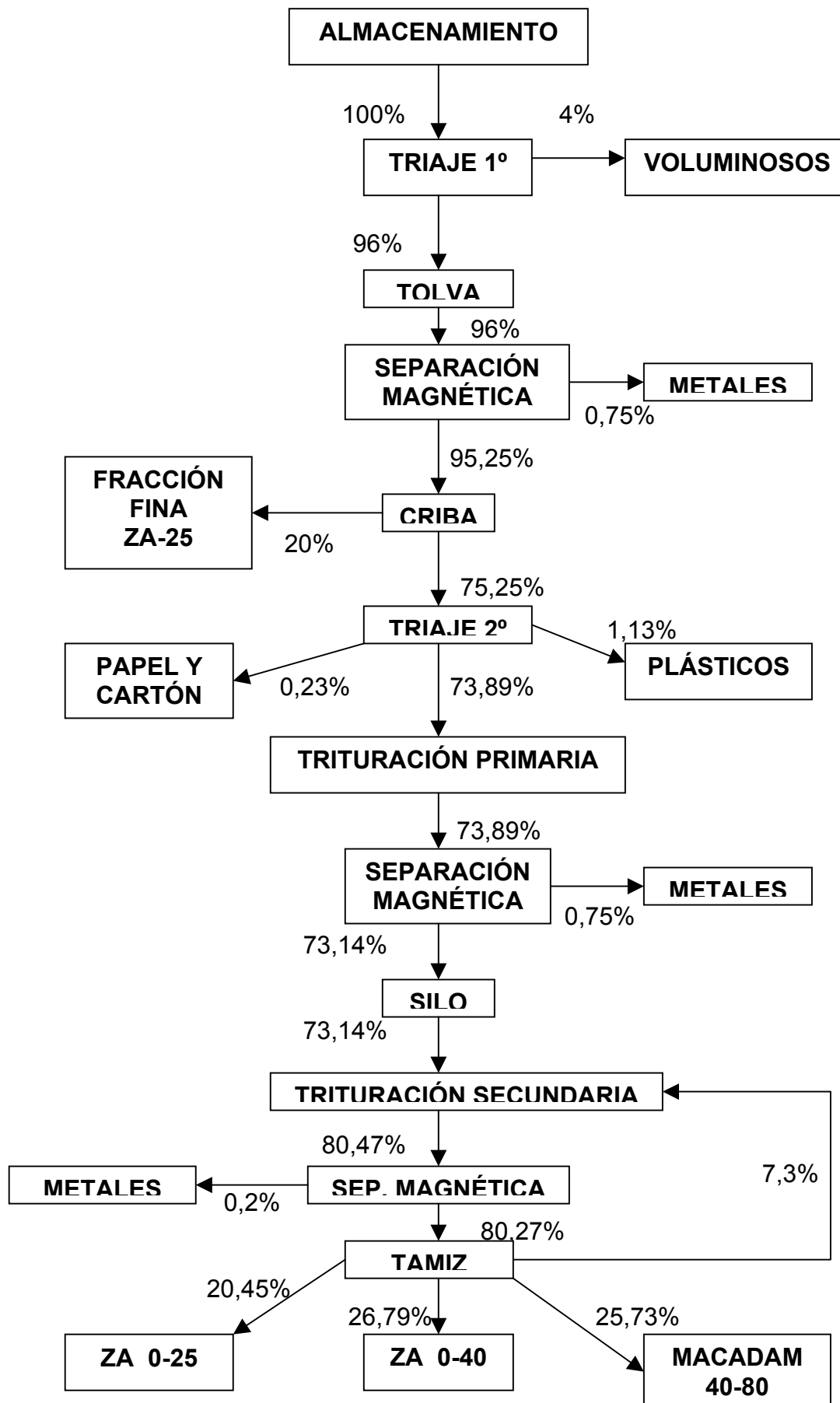
2.3. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE RCDs

- 1) Pesada de vehículos e inspección visual de los residuos clasificándolos en aptos o no aptos.
- 2) Los residuos aptos para ser tratados por la instalación son almacenados en la explanada preparada para su acopio.
- 3) En esta superficie de almacenamiento los residuos son sometidos a una primera etapa de triaje manual, donde los materiales más voluminosos (madera, metales, etc.), que podrían dañar los equipos o producir atascos, son separados del resto y acopiados en contenedores para su gestión posterior.
- 4) Por medio de una pala cargadora se transportan los residuos desde la zona de almacenamiento hasta la tolva de alimentación del proceso.
- 5) La tolva descarga en una cinta transportadora que lleva los residuos al trómel. En dicha cinta se produce la primera separación magnética, en la que se retiran los metales que van sueltos.
- 6) Los residuos va entrando en el trómel que realiza una selección de los materiales por tamaño. La fracción más fina cae a través de los orificios del cilindro, y se deposita por medio de una cinta transportadora para su acopio.
- 7) Tras el cribado en el trómel y la separación de finos, la materia es llevada mediante una cinta transportadora al puesto de triaje manual, en él los operarios seleccionarán las fracciones de papel, cartón y plástico. Éstos son depositados en distintos contenedores.
- 8) Los residuos son transportados por una cinta al primer tren de trituración. Esta etapa del proceso se realiza mediante una trituradora de mandíbulas y va a permitir una reducción de tamaño, que aunque no generaría las fracciones deseadas, va a dar tamaños de partículas favorables para el segundo tren de trituración.
- 9) En la trituración se van a liberar partículas metálicas que estaban atrapadas entre los áridos, por lo que los residuos son sometidos

nuevamente a una separación magnética en la cinta transportadora que ha de llevar los materiales al silo de regulación.

- 10) Del silo de regulación se llevan los residuos mediante una cinta al tren de trituración secundario. Esta etapa del proceso se realiza mediante una trituradora de impactos y va a permitir que los residuos alcancen los tamaños deseados.
- 11) En esta segunda etapa de reducción de tamaño se vuelven a liberar residuos metálicos que son separados por un tercer separador magnético sobre la cinta transportadora que lleva a los áridos hasta la criba vibratoria.
- 12) En el tamiz, los áridos van a ser separados en tres fracciones (0-25 mm, 0-40 mm y 40-80 mm) como productos finales. Además, los materiales que no pasan la primera plancha del tamiz, al no alcanzar el tamaño deseado, son recirculados a la trituradora de impactos por medio de cintas transportadoras.

2.3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES LÍNEA RCDs



3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.1. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE RCDs

La descripción de las instalaciones de la planta se ilustra en el plano N° 2.

1. La tolva de alimentación se ha diseñado con una capacidad para asegurar la operación de la instalación durante media hora, en el caso de posibles paradas de la instalación debido atascos.

Dicha tolva va a disponer en su parte superior de un desbaste vibratorio de 30 cm de paso entre las barras para evitar que pasen tamaños superiores a la planta que puedan producir problemas en las máquinas.

A la salida de la tolva se va a colocar un alimentador vibratorio que va a suministrar los residuos de manera constante a la instalación.

2. Para realizar la operación de carga de la tolva por medio de una pala cargadora se va a construir una plataforma de hormigón junto a la misma con unas dimensiones de:

Base: 9,5 m

Altura: 2 m

Ancho total: 4,5 m

Angulo inclinación pendiente: 30°

3. La tolva de alimentación va conectada directamente con una cinta transportadora que transporta los residuos al trómel de separación mecánica, que se encuentra a una altura de dos metros. Dicha cinta

va a ser un tramo de longitud 6 metros con una inclinación de $14,5^\circ$ y una anchura de 0,9 metros.

Al final de esta cinta transportadora va a haber un a cinta electromagnética para la separación de férreos.

4. El trómel va a ser la unidad que realice una separación de la fracción más fina de áridos, los cuales podrían disminuir el rendimiento de la etapa de reducción de tamaño. Dicho trómel es un cilindro perforado de 2 metros de diámetro y una longitud de 4 metros. La luz de paso del mismo es de 25 mm.

De este trómel salen dos cintas transportadoras, una perpendicular al mismo, para descargar la fracción fina separada, que tiene una longitud de 7 metros, un ángulo de inclinación de 16° y una anchura de 0,9 metros. Y otra, de anchura 1,20 metros, inclinación $15,8^\circ$ y longitud 5,5 metros que va a llevar los residuos hasta el puesto de triaje manual.

5. Este puesto irá ubicado a una altura de 3,5 metros y tendrá unas dimensiones de 5 por 5 metros. Va a constar de una cinta transportadora horizontal de anchura 1,20 metros que permitirá la separación manual desde ambos lados.

Se ha diseñado el puesto para albergar 4 puestos de trabajo. Cada uno dispone de unos huecos en el suelo que irán conectados con unos contenedores específicos de cada material para depositar en ellos los residuos separados.

6. Después del puesto de separación manual se instalará una cinta transportadora de 4 metros de longitud y 1,20 metros de anchura, con un ángulo de inclinación de $14,5^\circ$ para conseguir llegar a la boca de admisión de la trituradora de mandíbulas situada a una altura de 4,5 metros.

7. Esta trituradora va a ser la encargada de realizar la primera reducción de tamaño.

La abertura de salida de la trituradora se encuentra a tres metros de altura, desde la que parte una cinta transportadora de 7 metros de longitud, 0,9 metros de anchura e inclinación 17° hasta el silo regulador. Al final de esta cinta transportadora hay una cinta electromagnética para la separación de férreos.

8. El silo regulador va a asegurar la alimentación de la trituradora secundaria en caso de atasco en la trituradora primaria.

La boca del silo se encuentra a una altura de 5 metros y tiene unas dimensiones de 2,5 por 2,5 metros. A la salida de la tolva se va a instalar un alimentador vibrante que va a suministrar los residuos de manera constante.

9. Este silo descarga a una altura de un metro del suelo sobre una cinta transportadora de 8,5 metros de longitud y una anchura de 0,9 metros. Esta cinta se instalará con un ángulo de 17° . La cinta lleva los residuos hasta la trituradora de impactos.

10. La boca de alimentación de la trituradora secundaria esta situada a una altura de 3 metros. La boca de salida está a metro y medio del suelo y descarga sobre una cinta transportadora de 5,5 metros de longitud y una anchura de 0,9 metros. Dicha cinta se instalará con un ángulo de inclinación de $15,8^\circ$.

Al final de esta cinta transportadora hay otra cinta electromagnética para la separación de los férreos liberados en las anteriores operaciones.

A la trituradora secundaria va a llegar también una cinta transportadora procedente del tamiz vibratorio para recircular los

áridos que no hayan alcanzado el tamaño adecuado. Esta cinta de recirculación tiene una longitud de 7,7 metros y un ángulo de 12°. Va a tener una anchura de 0,9 metros y será cargada por otra cinta que sale de la criba vibratoria.

11. El tramo de cinta que une la trituradora de impactos con el tamiz vibratorio descarga a una altura de tres metros, justo encima de la primera plancha de la criba.
12. La criba es la unidad encargada de separar los áridos según su granulometría y descarga a una altura de metro y medio sobre 3 cintas transportadoras. Dichas cintas de salida van a permitir la descarga de productos reciclados para su acopio y están diseñadas con una longitud de 8 metros y un ángulo de inclinación de 17°.

A su vez, por la parte superior de la criba vibratoria se descarga sobre una cinta que recirculará los tamaños superiores a 80 mm. Esta cinta tiene una longitud de 5 metros y va a ser descendente con ángulo de 11,5°.

3.2. BASCULA ELECTRÓNICA

Con el fin de llevar un correcto control de la cantidad de residuos que se gestionan y de productos reciclados que salen de la planta, se instalará una báscula electrónica tipo puente. Va a estar situada en la entrada a la instalación para poder facilitar el acceso de los camiones.

Su capacidad de carga total será de 60 toneladas siendo sus dimensiones en planta de 16,46 x 3,76 metros. Ver plano N° 4.

La báscula se encuentra conectada a un ordenador. El conductor activa el sistema mediante una tarjeta magnética personalizada, aunque existe la posibilidad de realizar el pesaje de forma manual desde la Caseta de Control.

La báscula dispondrá de una impresora electrónica obteniéndose un ticket con los datos siguientes:

- Código
- Fecha y hora
- N° de peso
- Peso bruto
- Peso de tara
- Peso neto
- Lugar de procedencia

Al mismo tiempo, estos datos se almacenan en una base de datos que permite la elaboración de informes y la obtención de estadísticas generales de la Planta.

La báscula será sometida a los controles que la ley especifica para su calibrado periódico. Según la Orden de 27 de Abril de 1999 por la que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático, en sus fases de verificación, después de reparación o modificación y de verificación periódica, las fases de control metrológico reguladas en esta Orden se aplicarán a los instrumentos de pesaje utilizados para la determinación de la masa de un cuerpo realizada en una transacción comercial.

Los poseedores de instrumentos de pesaje estarán obligados a solicitar cada dos años a la Administración Pública competente, contados a partir de su puesta en servicio, la verificación periódica de los mismos, quedando prohibido su uso en el caso de que no se supere esta fase de control metrológico o cuando no se disponga en sitio visible de la oportuna etiqueta de verificación en vigor. El plazo de validez de dicha verificación será de dos años.

3.3. PLATAFORMA DE CARGA

La plataforma de carga consiste en una estructura de hormigón armado de resistencia característica HA-25/B/25/IIa, la cual debe soportar el peso de la pala cargadora con carga.

La carga total soportada por la plataforma (C_p) es la siguiente:

$$C_p = \text{Peso de la pala con carga} \bullet \text{Factor de seguridad} \bullet \text{gravedad}$$

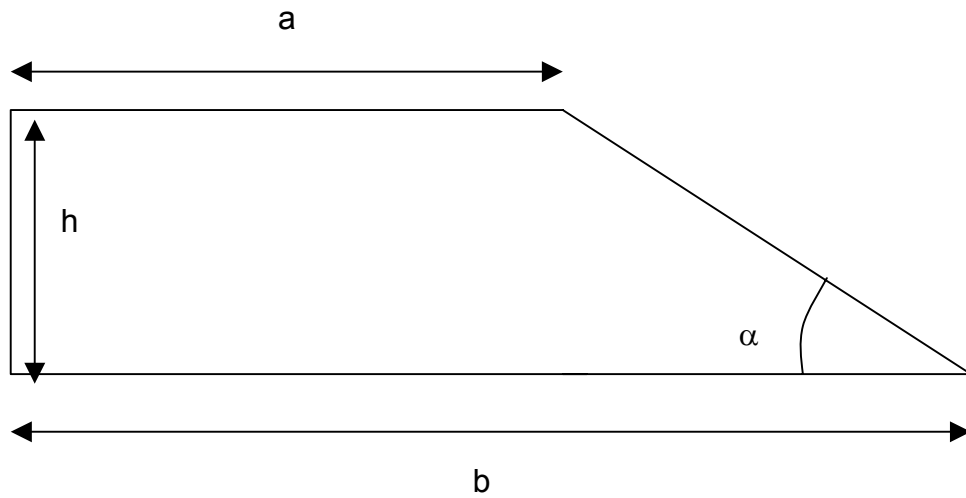
El peso de la pala con carga se obtiene a partir de la información suministrada por el fabricante, la cual se presenta en el Anejo 11. En el factor de seguridad se involucra el peso de dos personas que por cualquier motivo suban a la plataforma cuando se encuentre la pala descargando en la tolva, así como también se considera el peso causado por elementos imprevistos. El factor de seguridad estimado es 1,2

$$C_p = 23.872 \bullet 1,2 \bullet 9,81 = 281.021,2 \text{ N}$$

De lo anterior se concluye que para cuestiones de diseño de la estructura de hormigón armado, este debe soportar una carga de aproximadamente 280.000 N (28 Ton).

Las dimensiones de la plataforma son:

Variable	Magnitud
Base (b)	9,5 m
Altura (h)	2 m
Ancho total	4,5 m
Largo superficie superior (a)	6 m
Angulo inclinación pendiente (α)	30°



La posición de la plataforma respecto a la tolva es lateral y perpendicular a la línea de la instalación. Esto se observa en el plano N° 2.

3.4. TOLVA DE ALIMENTACIÓN

3.4.1. FORMA GEOMÉTRICA DE LA TOLVA

El tipo de geometría seleccionado para la tolva es la siguiente:

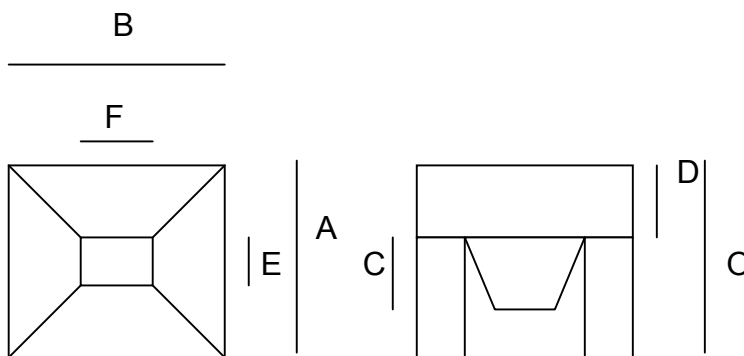


Fig. 1: Forma geométrica de la tolva

En ella, la parte superior tiene forma de un prisma recto, mientras que la parte inferior sería una pirámide truncada invertida.

Las dimensiones de la tolva son:

A = 4 metros

B = 4 metros

C = 2 metros

D = 1 metro

E = 1 metro

F = 1 metro

O = 4 metros

3.4.2. MATERIAL DE LAS PLACAS DE LA TOLVA

El material más adecuado y recomendado para estructuras de mediana resistencia dentro de las cuales se encuentran las tolvas es el acero estructural A36. Ver Anejo 11, Fig. 2.

3.4.3. DESBASTE VIBRATORIO

En la parte superior de la tolva, en la superficie donde descarga la pala, se va a disponer de un desbaste vibratorio para limitar el tamaño de las partículas que entran en el proceso, con el fin de evitar posibles atascos en otras etapas del proceso.

Para definir luz de paso del desbaste se va a tener en cuenta la entrada de alimentación de la trituradora de mandíbulas, ya que es el punto más crítico en caso a atascos.

Se va a fijar una luz de paso de 30 centímetros entre las barras de la reja que conforma el desbaste.

El desbaste va a tener una inclinación de 20 grados, que unido al movimiento vibratorio vaya ocasionando la caída de los residuos que no pasen por la reja hacia el exterior de la tolva.

3.4.4. ALIMENTADOR VIBRANTE

A la salida de la tolva se va a colocar un alimentador vibrante que va a regular y dar alimentación uniforme a la cinta transportadora CT₁.

Consta de una bandeja o cajón vibrante en acero electrosoldado y reforzado para dotarlo de gran rigidez. Este cajón está animado mediante moto-vibradores eléctricos que giran en contra-sentido, proporcionando el equipo una vibración unidireccional.

La bandeja está suspendida de la tolva por unos muelles regulables en altura mediante husillos, que evitan la transmisión de vibración a la tolva.

3.5. TRÓMEL DE SEPARACIÓN

En la siguiente figura se presenta una vista isométrica del trómel donde se exponen sus componentes principales, esto facilitará su comprensión a medida que se calculan sus parámetros.

La criba de tambor giratorio o trómel consiste en una criba de gran diámetro formada por un cilindro perforado girando lentamente sobre su eje. Dicho cilindro forma un ligero ángulo con la horizontal.

Operacionalmente se introduce el material que hay que separar en el extremo superior del trómel giratorio inclinado. Mientras gira el trómel, el material se desplaza gradualmente y contacta con la criba numerosas veces mientras desciende a lo largo de la misma. Esto hace que caigan las partículas pequeñas a través de los agujeros de la criba mientras el material más grande permanece en ella. El material que cae a través de la criba es conocido como fracción fina o cribado y la que queda en ella como la fracción gruesa o rechazo.

La velocidad de rotación del aparato debe ser suficientemente baja para que el material no dé la vuelta completa en contacto con la superficie de la criba. La velocidad más baja a la que esto ocurre se denomina velocidad crítica.

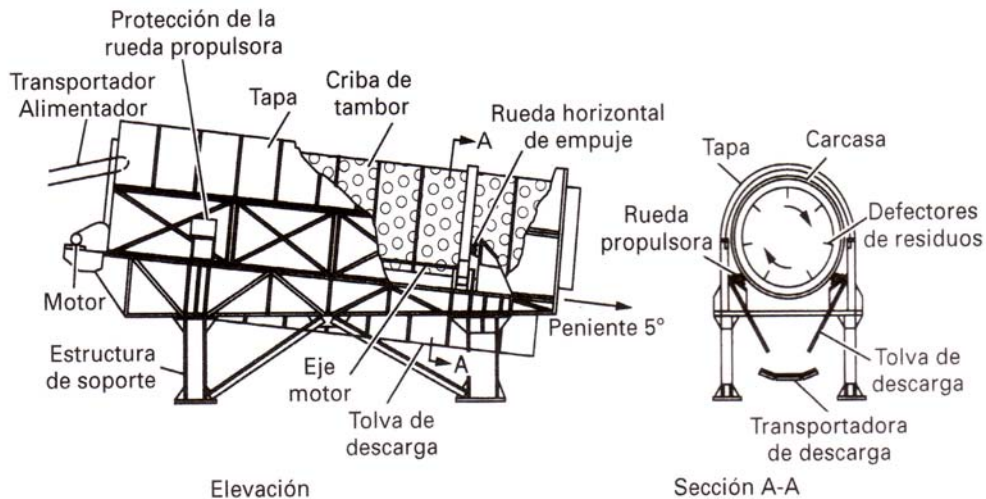


Fig. 2. Criba tromel típica utilizada para la separación por tamaño

3.6. PUESTOS DE TRIAJE

3.6.1. DESCRIPCIÓN

Los puestos de trabajo van a ir colocados a una altura de tres metros y medio y su superficie construida va a ser de cinco metros por cinco metros. Dicha estructura va a constar de unos huecos en el suelo de cincuenta por cincuenta centímetros. Estos huecos van a ir directamente conectados a unos contenedores que van a recoger las diferentes fracciones separadas como el papel, plásticos y otros varios. En los puestos de triaje se van a situar vallas de seguridad prefabricadas de metal con un metro y veinte centímetros de altura. (Ver Plano N° 3)

Los contenedores van a tener unas dimensiones de un metro de ancho por un metro y medio de largo y dos metros y treinta centímetros de altura, teniendo en cuenta el tamaño del puesto de selección. Estos contenedores van a estar dotados de ruedas de manera que su descarga en otras zonas sea más fácil. Cada trabajador va a disponer de dos contenedores para la separación efectiva de plásticos por un lado, y papel y cartón por otro lado.

La banda que será utilizada para la separación manual de los residuos, debe ser plana con canales o contenedores laterales que eviten el desbordamiento de los residuos y apoyada sobre bases de deslizamiento; se escoge este sistema a diferencia de apoyos sobre rodillos, puesto que es más económico. Además se deben cumplir unas condiciones ergonómicas básicas, puesto que frente a ella y en toda su longitud se dispondrá personal que cumpla la función de separación manual.

La cinta transportadora va a ser diseñada con una anchura de 1,20 metros para que tenga las dimensiones necesarias para efectuar la selección de los materiales por los lados. La altura de la banda (distancia medida desde el suelo hasta la banda) es de 0,88 metros.

La longitud de la cinta transportadora va a ser de 5 metros, para poder disponer de 4 puestos de trabajo, dos a cada lado de la banda y separados a una distancia de un metro.

3.6.2. CONSTRUCCIÓN DE LOS PUESTOS

Los puestos irán apoyados en pilares de hormigón armado de resistencia característica de HA-25/B/25/IIa y de dimensiones 250 x 250 milímetros. Bajo los elementos estructurales se deben poner siempre una capa de unos diez centímetros de hormigón de limpieza. La excavación de los 20 centímetros inferiores de terreno no debe realizarse hasta inmediatamente antes de verter el hormigón de limpieza.

3.6.3. LIMITACIONES ERGONÓMICAS DEL ANCHO Y LA ALTURA DE LA BANDA

El ancho y la altura de la banda dependen antropométricamente de una superficie de trabajo basado en datos de una persona de altura media. En las siguientes figuras se presentan las dimensiones tomadas como base para determinar el ancho y la altura de la banda.

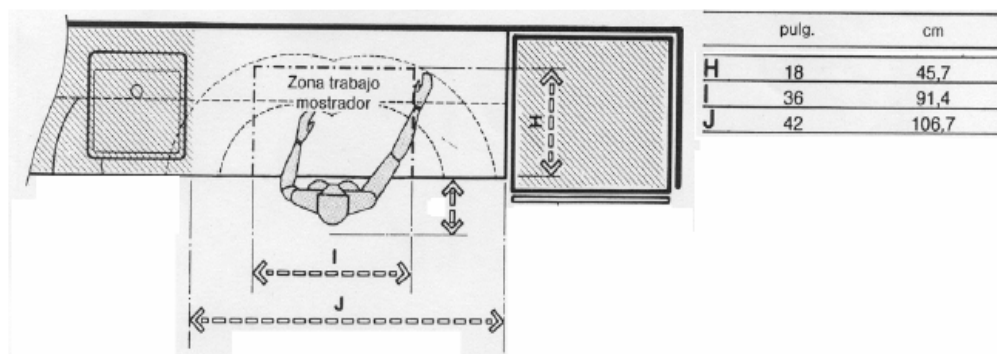


Fig. 3: Espacios horizontales antropométricos en un banco de trabajo.

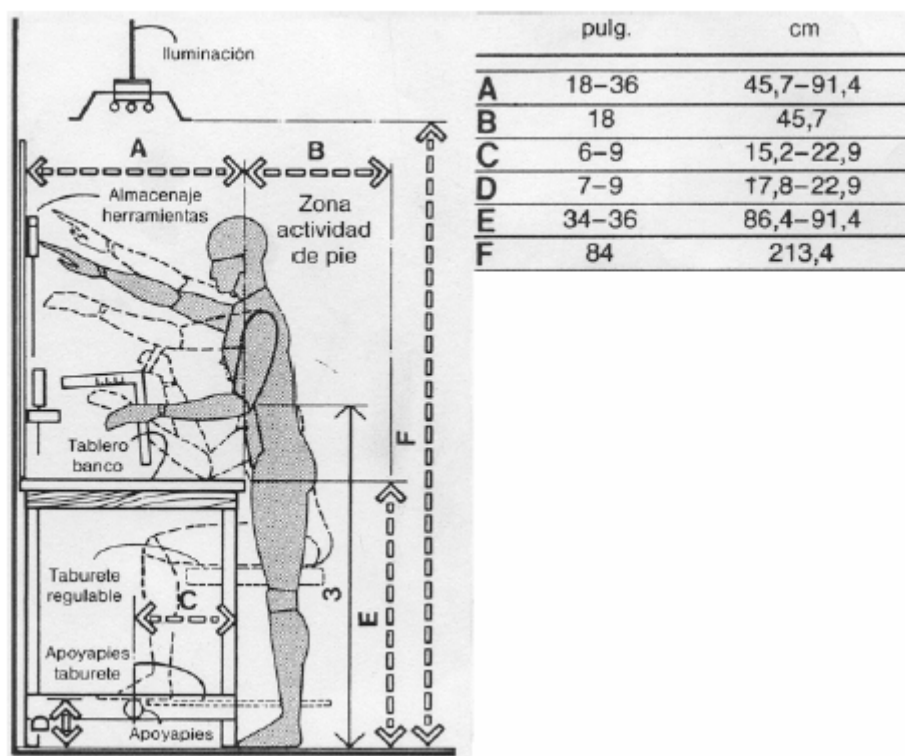


Fig. 4: Espacios verticales antropométricos en un banco de trabajo.

3.6.4. VELOCIDAD DE LA BANDA

Para bandas de transporte empleadas en separación manual de materiales, distintos autores recomiendan, basándose en estudios experimentales, velocidades entre 0,075 m/s y 0,25 m/s. Vamos a establecer una velocidad de 0,2 m/s para una selección manual eficaz.

No obstante durante las operaciones de arranque y parada se va a evaluar si la velocidad de la cinta adoptada es la adecuada para realizar correctamente el triaje manual.

3.7. TRITURADORA DE MANDÍBULAS

Éstas son máquinas de trituración cuyo principio es la compresión. La rotura del material se produce al ser comprimido entre dos mandíbulas, una fija y otra móvil, animada de un movimiento alternativo, colocadas en un bastidor de acero.

Estas mandíbulas tienen camisas lisas o con dientes triangulares, fabricadas en acero fundido al manganeso (14%), muy resistentes al desgaste, que son recambiables. Éstas además se pueden invertir para su mejor aprovechamiento ya que la parte inferior es la que sufre un mayor desgaste, se fijan a las mandíbulas mediante cuñas o tornillos.

La abertura de admisión es rectangular, y el lado menor es el que limita las dimensiones máximas de los tamaños de entrada.

El tamaño máximo de admisión es como máximo del 70-75% de la menor dimensión de la boca de la machacadora, y también depende del ángulo que forman entre sí las mandíbulas según la abertura de salida, que es función del producto requerido.

El tamaño de salida del material machacado se gradúa por la separación máxima en la parte inferior de las mandíbulas, que se consigue mediante un juego de placas o cuñas colocadas entre el chasis y la deslizadora de apoyo de la biela de seguridad.

Existe un dispositivo de seguridad que protege la máquina contra piezas metálicas irrompibles que pueden llegar a la alimentación y que consiste en una placa que rompe en caso de resistencia anormal.

En la machacadora de doble placa o de Blake seleccionada, la mandíbula móvil esta articulada en su parte superior a un eje concéntrico libre, sin arrastre y en su parte inferior está dotada de un movimiento oscilante producido por una biela articulada a un eje excéntrico, que es el que tiene tracción.

El desplazamiento de la mandíbula móvil se efectúa en sentido horizontal, simple avance y retroceso, por lo que no actúan fuerzas cortantes sobre el material y la trituración se produce por compresión, mediante choques alternos, llamándose a este sistema, de simple efecto.

Debido al movimiento alternativo, se necesitan grandes volantes de inercia, que están montados a ambos lados del eje excéntrico. Uno de los volantes funciona como polea de arrastre y tiene gargantas para correas trapezoides y conexión al motor correspondiente.

3.8. SILO REGULADOR

3.8.1. DESCRIPCIÓN

Con el fin de corregir los defectos o excesos de producción de la trituradora primaria (machacadora de mandíbulas) respecto de la producción media se va

a instalar a la entrada de la trituración secundaria (trituradora de impactos) un silo regulador o de prealmacenamiento de áridos.

Este silo tiene la función de mantener el aporte de áridos a la trituración secundaria ante cualquier atasco o imprevisto que se produzca en la trituración primaria.

Este silo regulador va a tener la misma forma geométrica que la tolva de alimentación, pero de dimensiones diferentes.

Las dimensiones del silo son: (Ver Fig. 1 del punto 3.4. de la memoria)

A = 2.5 metros	E = 0.75 metros
B = 2.5 metros	F = 0.75 metros
C = 1 metro	O = 5 metros
D = 3 metros	

3.8.2. MATERIAL DE LAS PLACAS DEL SILO

El material más adecuado y recomendado para estructuras de mediana resistencia dentro de las cuales se encuentran las tolvas es el acero estructural A36. Ver Anejo 11, Fig. 2.

3.8.3. ALIMENTADOR VIBRANTE

A la salida del silo se va a colocar un alimentador vibrante que va a regular y dar alimentación uniforme a la cinta transportadora CT₇.

3.9. TRITURADORA DE IMPACTOS

Son máquinas de trituración cuyo principio es el impacto. La rotura del material se produce al recibir la piedra un golpe a gran velocidad.

El modelo más extendido es el de un solo rotor, que tiene unos martillos fijos, también llamados impulsores, percutores o barras rompedoras.

Las partes fundamentales son: rampa de alimentación, rotor, barras rompedoras y placa rompedora (sólo en algunos modelos).

El funcionamiento es el siguiente: el material cae por la rampa de alimentación que es de inclinación regulable y frena la velocidad de caída, evitando impactos sobre el rotor, que dañarían los rodamientos de su eje. En el primer impacto la piedra es fragmentada y lanzada por las barras impulsoras, que giran a gran velocidad (entre 400 y 700 r.p.m.), contra las barras rompedoras situadas en el techo, volviéndose a fragmentar y rebotando para caer nuevamente sobre el rotor, el cual las golpea lanzándolas contra la placa rompedora.

La regulación de salida se obtiene por la separación entre las barras rompedoras y las barras impulsoras del rotor, sin parar la máquina, actuando sobre la placa rompedora. El material sale cuando lo permite la separación entre las barras rompedoras y el rotor. En la salida del material no existe ninguna parrilla, pudiendo decirse que es de paso libre.

Las partes sometidas al desgaste son recambiables con facilidad, lo que facilita su mantenimiento. Forros de la cámara, revestimientos de la placa rompedora, barras rompedoras e impulsoras son de acero al Cr-Mn, de gran resistencia a la abrasión.

3.10. CRIBA VIBRATORIA

El material triturado en la trituradora secundaria de impactos es transportado a una criba vibrante de tres pisos, con tamices de luz de malla de 25 mm, 40 mm y 80 mm. Cada tamiz se coloca uno encima de otro en orden decreciente de tamaño de las perforaciones.

Por tanto, se van a obtener cuatro fracciones diferentes, la de mayor tamaño, que no pasa por la luz de malla de 80 mm se va a recircular mediante una cinta transportadora a la trituradora de impactos. Las otras tres fracciones van a ser productos finales de la instalación.

Estos tamices se utilizan generalmente cuando se requiere gran capacidad y eficiencia elevada. La capacidad, sobre todo en tamaños más finos, es mayor que en cualquiera de los otros tipos de cribas. Entre las ventajas se incluye la exactitud de la selección por tamaños, el aumento de la capacidad por unidad de área, el bajo costo de mantenimiento por tonelada de material manejado y ahorros en el espacio de instalación y en el peso.

Para tamices con vibración mecánica, se acepta generalmente que la vibración más adecuada para seleccionar partículas de tamaños medios es una trayectoria en círculo vertical, producida por un eje excéntrico; sin embargo hay otros tipos de vibraciones que pueden ser más adecuados para ciertas operaciones de selección, sobre todo en los tamaños más finos.

La criba de vibración mecánica va montada sobre cuatro cojinetes que se instala en posición inclinada. Se trata de una máquina de impulso circular balanceado, montada en un armazón de base que tiene un cuerpo de flotación completa montado sobre unidades de caucho que absorben los impactos de los materiales pesados y permiten que gire el eje en torno a su propio centro natural de rotación.

En acero de alta resistencia (SAE 1045) montado sobre dos rodamientos oscilantes de doble hilera de rodillos con tolerancias especiales para mecanismos vibrantes.

La caja de alimentación esta atornillada al cuerpo de la máquina, permitiendo repartir el material a todo lo ancho de la criba y ayudando a absorber los impactos de la caída sobre las mallas. Así se obtiene el máximo aprovechamiento de las superficies de cribado.

Los bastidores son independientes, contruidos con perfiles de acero laminado en caliente, convenientemente reforzados y unidos a los laterales mediante tornillería de alta resistencia.

Los laterales son de gran rigidez, con espesores de entre 10 y 12 mm., reforzados en la zona de anclaje del mecanismo, que atornilladas a los bastidores forman un conjunto indeformable.

El accionamiento se realiza mediante motor eléctrico, polea y correas trapezoidales.

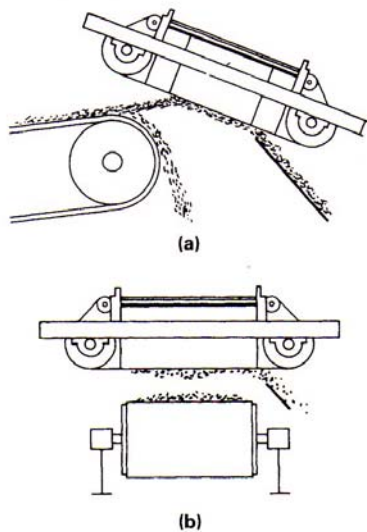
En las cuatro esquinas del cajón vibrante se sitúan muelles para apoyo y aislamiento de las vibraciones, dimensionados de acuerdo con el peso total del equipo. Tacos de fricción en sentido horizontal controlan el movimiento durante los arranques y paradas.

3.11. SEPARACIÓN MAGNÉTICA

Se ha seleccionado para la separación de férreos un separador tipo cinta o también llamado imán elevador. Esta cinta va a consistir en un electroimán estacionario dentro de una cinta giratoria. Los materiales férreos son atraídos a la superficie de la cinta, estos se retienen en la cinta y viajan y posteriormente son depositados libres ya de los no magnéticos.

Estos dispositivos operan de forma continua o cíclica. Los imanes continuos tienen una banda que se desplaza sobre los polos del imán elevador para transportar las partículas magnetizadas hacia una región donde el campo magnético es bajo, o bien tiene un valor igual a cero, donde se descargan.

En la figura siguiente se muestran los métodos de línea (a) o de banda transversal (b) para la instalación de un imán elevador situado sobre un transportador de banda.



4. ELEMENTOS ANEXOS

4.1. SERVICIOS Y OFICINAS

Para la ubicación de servicios administrativos, laboratorio de la planta y servicios de personal, se proyectará una edificación de 750 metros cuadrados de superficie en planta de dimensiones:

- Anchura : 20 metros
- Longitud: 30 metros

Esta edificación va a estar ubicada en un lugar privilegiado en la planta, cerca de la entrada a las instalaciones, para tener una visión directa de todo el proceso de reciclaje que tendrá lugar.

El edificio constará de: los despachos del director, Administración y encargados de la planta, los aseos correspondientes, incluyendo el de minusválidos, salón de reuniones y un laboratorio. Dentro de la zona de servicios habrá vestuarios debido al tipo de trabajo que se realiza en la planta.

Ver plano N° 6

4.2. NAVE TALLER

Se encontrará en las proximidades de la entrada de la planta y cerca de la superficie acondicionada para el aparcamiento de la maquinaria. Se usará para almacenar maquinaria, repuestos, herramientas,...etc, es decir, todo lo relacionado con el mantenimiento de la planta. Poseerá unas dimensiones de:

- Longitud: 20 metros
- Anchura: 20 metros

La nave va a tener una puerta con una altura de cinco metros de manera que pueda entrar y salir maquinaria de gran tamaño. Estas puertas deben ser corredizas en toda su extensión.

Ver plano N° 5

4.3. MAQUINARIA

En la instalación se va a disponer de la maquinaria necesaria para realizar las siguientes operaciones:

- Carga de los camiones con los productos reciclados.
- Carga de la tolva de alimentación
- Transporte de materiales voluminosos por la planta
- Transporte de cualquier material de desecho por la planta y que no vaya a ser tratado en la instalación
- Trabajos a realizar en la zona de depósito controlado de escombros

La maquinaria elegida para realizar estas tareas va a ser una pala cargadora de neumáticos que permite implementar diferentes cucharas. Se va a disponer en propiedad de un número de dos máquinas para satisfacer las necesidades de la instalación. En caso de que fuera necesaria una tercera por avería de una de las máquinas o por que la carga de trabajo aumente, se tomará en la opción de alquiler.

De la maquinaria de este tipo existente en el mercado se han analizado varios modelos de acuerdo con una serie de requisitos a tener en cuenta para su selección, el modelo seleccionado es la cargadora de neumáticos 921-C (o

un modelo similares especificaciones de otra marca). Ver anejo 11, datos técnicos de la maquinaria.

Requisitos:

- Anchura de la cuchara

Se debe tener muy en cuenta este parámetro de la maquinaria, ya que la boca de la tolva de alimentación tiene una dimensión de 4 metros por 4 metros, y la pala debe permitir la operación de carga de dicha tolva manteniendo unas condiciones de trabajo adecuadas y seguras. La pala cargadora seleccionada tiene una anchura de 3 metros, lo que da un margen en la operación de llenado de la tolva de medio metro a cada lado.

- Volumen o capacidad de la pala

Debe considerarse la capacidad de la pala, ya que con ella se va a alimentar la instalación. La alimentación de la instalación se fijó en 104,16 Tn/h.

Si se toma la cuchara de menor capacidad, 3,60 m³, y teniendo en cuenta la densidad media de los residuos se obtiene que la pala carga aproximadamente 6,66 Tn/ palada. Esto determina un ritmo de trabajo para el conductor de la máquina de 16 paladas / hora.

- Altura máxima de descarga

La altura de descarga bajo cuchara a 45° media para los diferentes tipos de cucharas es de 3 metros. Este dato debe ser valorado en la operación de alimentación de la tolva.

La tolva tiene una altura de 4 metros. Por tanto, para que la pala pueda descargar los residuos en la misma se va a disponer de una plataforma de carga que permita a la pala cargadora realizar correctamente su función.

- Longitud y anchura de la maquinaria

Tanto la longitud como la anchura de la pala cargadora deben tenerse en cuenta en el diseño de la plataforma de carga de la tolva de alimentación.

La anchura de rodado es de 2,21 metros y la anchura total es de 2,95 metros.

La longitud entre ruedas es de 3,40 metros y la longitud total de la maquina es de 8,62 metros.

4.4. ASFALTADO

Se efectuará la pavimentación desde la puerta de acceso hasta el taller de maquinaria, aparcamientos y oficinas. También habrá un pequeño tramo para situar la báscula para la pesada de vehículos.

El asfaltado estará compuesto de una capa de zahorra artificial de 15 centímetros de espesor y pavimento formado por aglomerado asfáltico en caliente de 5 centímetros, compactando con medios mecánicos todas las capas, según PG-3, 2ª edición de 2.001, del ministerio de obras públicas.

La superficie total a asfaltar es de 8.900 metros cuadrados.

4.5. EL VALLADO

Se procederá al vallado de la parte del recinto que no tenga una barrera natural, debida a la estructura de la cantera, con el fin de controlar totalmente el acceso de vehículos y personas a la planta, así como para evitar que puedan acercarse los animales de la zona.

El cerramiento se realizará mediante una malla plastificada de simple torsión 40/1,4, de dos metros de altura, en módulos de tres metros y anclado al terreno por medio de dados de hormigón en masa. La puerta de acceso y los módulos adyacentes serán de un color reflectante.

4.6. SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO

En el estudio del trazado de la red de alcantarillado y saneamiento se han considerado las Normas Tecnológicas de la Edificación correspondientes.

La red de saneamiento desembocará en pozos de registros circulares, siendo estos empleados cuando los conductos que acometen a él tengan una altura inferior de 60 cm. Estos pozos se dispondrán distribuidos en la instalación en diversos puntos tales como: punto de acometida de la red de alcantarillado general, encuentro de conductos, cambios de pendiente, de sección y de dirección.

Se dispondrán de sumideros en la nave taller para su limpieza, los cuales desembocarán en los pozos de registro y de éste a la red de alcantarillado. También habrán sumideros en los exteriores de la instalación para la evacuación de aguas pluviales.

ANEJO 1: DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE ALIMENTACIÓN

1.1. DIMENSIONES BÁSICAS Y VOLUMEN REQUERIDO

Los datos de entrada para determinar las dimensiones y el volumen requerido de la tolva son:

Carga = 104,16 Tn/h

Peso específico de los residuos = 1,85 Tn/m³

Volumen tratado = $104,16/1,85 = 56,3 \text{ m}^3/\text{h} \cong 57 \text{ m}^3/\text{h}$

Se va a considerar que la tolva debe permitir un margen en la operación de carga de 30 minutos. Esto supone que la tolva debe tener un volumen aproximado de 28,5 m³. Volumen de diseño de la tolva = 30 m³

A la hora de definir las dimensiones de la tolva se ha tenido en cuenta la anchura de la pala cargadora, de forma que se ha tomado un valor de anchura de la tolva que permita al operador de la pala realizar una operación de alimentación rápida y eficaz.

Para definir las dimensiones de la tolva se ha fijado una anchura de la tolva de 4 metros para facilitar la descarga.

Asimismo, se ha tenido en cuenta la altura de descarga de la pala cargadora, dimensión será corregida mediante el diseño de una plataforma desde la cual podrá descargar la pala a la tolva. La altura de descarga de la pala seleccionada es de 3,10 metros.

Las dimensiones de la tolva son: (ver: Instalaciones, apartado 3.4., tolva de alimentación)

A = 4 metros
B = 4 metros
C = 2 metros
D = 1 metro
E = 1 metro
F = 1 metro
O = 4 metros

- Cálculo del volumen de la parte superior

$$V_s = A \cdot B \cdot D = 4 \cdot 4 \cdot 1 = 16 \text{ m}^3$$

- Cálculo volumen pirámide truncada (según “Formulario de Matemáticas para mecánicos” Luis Pareto)

$$V_i = \frac{C}{3} \cdot [B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 \cdot B_2}]$$

donde $B_1 = \text{Área de la boca de entrada (m}^2\text{)}$ $B_1 = F \cdot E$
 $B_2 = \text{Área de la boca de salida (m}^2\text{)}$ $B_2 = A \cdot B$

$$V_i = \frac{2}{3} \cdot [16 + 1 + \sqrt{16 \cdot 1}] = 14 \text{ m}^3$$

El volumen total de la tolva será:

$$V_{TOTAL} = V_s + V_i = 16 + 14 = 30 \text{ m}^3$$

1.2. ALIMENTADOR VIBRANTE

Para seleccionar el modelo de alimentador vibrante se debe tener en cuenta la producción en Tn/h. Como la producción es 104,16 Tn/h, se ha seleccionado el modelo AVT-120. La potencia es 1,4 CV. Ver anejo 11.

ANEJO 2: DIMENSIONAMIENTO DEL TRÓMEL

El punto de partida para el diseño de la criba trómel es el flujo másico de RCDs con el que debe operar la instalación. En la memoria descriptiva, capítulo 1.7., se determinó este flujo, con una magnitud de:

$$Q_m = 104,16 \text{ Tn/h} * (1 \text{ hora} / 3.600 \text{ segundos}) * (1.000 \text{ kg./ 1Tm})$$

$$Q_m = 104,16 \text{ Tn/h} = 28,93 \text{ kg/s}$$

Tamaño de la criba = 25 milímetros

Longitud de la criba = 4 metros

$$\text{Peso específico en bruto de los residuos} = d_b = 1,85 \text{ Tn/m}^3 = 1.850 \text{ kg./m}^3$$

2.1. DIÁMETRO INTERNO

Para calcular el diámetro teórico interno del trómel, Tchobanoglous (1.994) sugiere la siguiente ecuación:

$$D_{\text{teórico}} = \left[\frac{11,36 \cdot Q_m}{d_b \cdot F \cdot K_v \cdot g^{0,5} \cdot \tan \alpha} \right]^{0,4}$$

donde:

D = Diámetro teórico interno, m.

α = inclinación del trómel = 3 grados.

K_v = Factor de corrección de velocidad = 1,35

F = Factor de relleno = 0,25

g = 9,81 m/s²

El ángulo de inclinación seleccionado es $\alpha = 3$, éste se optimizó mediante el uso de una hoja de cálculo con respecto al resto de parámetros de diseño.

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene un diámetro de:

$$D_{teórico} = \left[\frac{11,36 \cdot 28,93}{1.850 \cdot 0,25 \cdot 1,35 \cdot 9,81^{0,5} \cdot \tan 3} \right]^{0,4} = 1,6 \text{ metros}$$

Para el cálculo se va a tomar un valor de diámetro interno del trómel de **D = 2 metros**, un 25% más del calculado teóricamente. Las razones por las se determina este valor se exponen a continuación:

- A menor diámetro mayor longitud, lo cual aumentaría los costos de fabricación.
- A menor diámetro, mayor velocidad de rotación del trómel lo cual puede generar vibraciones en la estructura y disminuir la eficiencia del cribado.
- Otra razón por lo cual se aumenta el diámetro del trómel es para evitar posibles acumulaciones o atascos en el interior del mismo.

2.2. VELOCIDAD DE ROTACIÓN

La velocidad de rotación del trómel está en función de la velocidad crítica, ésta es la velocidad en la que los materiales se centrifugan o se pegan a la superficie de cribado.

$$\eta_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{r}}$$

donde:

η_c = velocidad crítica, rev/s

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

r = radio del trómel = 0,8 m

Sustituyendo en la ecuación, se obtiene una velocidad crítica de:

$$\eta_c = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{0,8}} = 0,557 \text{ rev/s}$$

Según Tchobanoglous (1994), la velocidad óptima se produce cuando los materiales se voltean con un movimiento de catarata, es decir, se conducen parcialmente por la pared interior del tambor y después caen sobre sí mismos.

Para un trómel sin elevadores, como es este caso, la velocidad de rotación debería ser el 80% de la velocidad crítica. Con base a esto, se obtiene la siguiente velocidad óptima de rotación:

$$\eta_{\text{óptima}} = 0,8 \cdot \eta_c = 0,446 \text{ rev/s}$$

ANEJO 3: DIMENSIONAMIENTO DE LA TRITURADORA DE MANDÍBULAS

3.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE TRITURADORA

Inicialmente los residuos áridos van a ser sometidos a una trituración primaria, debido a que se tienen tamaños grandes de partículas, estando especialmente indicada cuando los tamaños de entrada son superiores a 150 mm. En esta etapa se va a obtener un tamaño de salida que estará entre 50 y 150 mm.

La elección del modelo de trituradora primaria se basa en primer lugar en las dimensiones mínimas de la boca de alimentación de la misma. En el caso de los residuos a tratar no va a ser un factor determinante ya que la preselección inicial y el desbaste vibratorio de la tolva de alimentación van a limitar el tamaño máximo de admisión a 30 cm. Para este tamaño existen disponibles en el mercado, tanto trituradoras giratorias como trituradoras de mandíbulas, con dimensiones de la boca de entrada suficiente.

Se ha seleccionado una trituradora de mandíbulas debido a las particulares características de la materia a machacar. Este tipo de trituradora primaria se aconseja en el caso de tener que procesar materiales duros, como es el caso del hormigón, que forma parte de este tipo de residuos.

Estas trituradoras son de menor tamaño que las giratorias, y por lo tanto van a obtener producciones menores. No obstante, para esta instalación la producción de la trituradora de mandíbulas va a ser suficiente.

3.2. SELECCIÓN DEL MODELO

Dentro de las trituradoras de mandíbulas existen varios modelos, los más importantes son: la machacadora de doble placa o de Blake y la machacadora de simple efecto o de Dalton.

Para esta instalación se ha seleccionado una machacadora de doble placa o de Blake debido a las siguientes razones:

- Debido a que se va a triturar materiales abrasivos, como por ejemplo los ladrillos. El desgaste de sus componentes va a ser menor.
- Va a producir un menor porcentaje de finos.

La comparación entre los modelos de trituradoras de mandíbulas se puede observar en la FIG. 3 (Anejo 11).

Para seleccionar un modelo concreto dentro de las machacadoras de doble efecto o tipo Blake se debe tener en cuenta la producción prevista para la unidad. El 73,89 % de la alimentación de la instalación debe ser tratada en esta etapa, es decir, 77 Tn/h.

Para evitar tiempos muertos debido a atascos, es necesario dimensionar la unidad para una producción del 40% superior a la media exigida. Finalmente, se tiene una producción de 107,8 Tn/h. Según la tabla machacadoras de mandíbulas. Serie MS (ver FIG.4, Anejo 11); el modelo empleado es el MS- 40.

Las características principales de dicho modelo son:

- Boca de entrada: 1.050 x 850 mm.
- Peso: 26.000 kg.
- Producción: 100/180 Tn/h.
- Potencia: 132 kW.

ANEJO 4: DIMENSIONAMIENTO DEL SILO REGULADOR

4.1. DIMENSIONES BÁSICAS Y VOLUMEN REQUERIDO

Los datos de entrada para determinar las dimensiones y el volumen requerido del silo son:

Carga = 76,7 Tn/h (cantidad que sale de la machacadora de mandíbulas)

Peso específico de los residuos = 1,85 Tn/m³

Volumen tratado = $76,7/1,85 = 41,46 \text{ m}^3/\text{h} \cong 42 \text{ m}^3/\text{h}$

Se va a considerar que el silo debe permitir un margen en la operación de carga de 30 minutos, para corregir los defectos o excesos de producción de la trituradora primaria. Esto supone que el silo debe tener un volumen aproximado de 21 m³. Por tanto, el volumen de diseño del silo es de 21 m³

Las dimensiones del silo son: (Ver: Instalaciones, tolva de alimentación)

A = 2,5 metros

B = 2,5 metros

C = 1 metro

D = 3 metros

E = 0,75 metros

F = 0,75 metros

O = 5 metros

- Cálculo del volumen de la parte superior

$$V_s = A \cdot B \cdot C = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 3 = 18,75 \text{ m}^3$$

- Cálculo volumen pirámide truncada, según “Formulario de Matemáticas para mecánicos” Luis Pareto (1991):

$$V_i = \frac{C}{3} \cdot \left[B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 \cdot B_2} \right]$$

donde B_1 = Área de la boca de entrada (m^2) $B_1 = F \cdot E$

B_2 = Área de la boca de salida (m^2) $B_2 = A \cdot B$

$$V_i = \frac{1}{3} \cdot \left[6,25 + 0,5625 + \sqrt{6,25 \cdot 0,5625} \right] = 2,9 \text{ m}^3$$

El volumen total del silo será:

$$V_{TOTAL} = V_s + V_i = 18,75 + 2,9 = 21,65 \text{ m}^3$$

4.2. ALIMENTADOR VIBRANTE

Para seleccionar el modelo de alimentador vibrante se debe tener en cuenta la producción en Tn/h. Como ésta es 76,7 Tn/h, se ha seleccionado el modelo AVT-80. La potencia es 0,8 CV. Ver Anejo 11.

ANEJO 5: DIMENSIONAMIENTO DE LA TRITURADORA DE IMPACTOS

Después de la trituración primaria (machacadora de mandíbulas) los residuos áridos van a ser sometidos a una etapa de trituración secundaria. En este paso los tamaños de entrada van de 50 a 150 mm. Los tamaños de salida esta entre 25 y 100 mm.

En este caso, la elección del modelo de trituradora secundaria no se basa en las dimensiones mínimas de la boca de alimentación como en el caso de la trituración primaria, sino que el factor de elección es la producción necesaria.

Se ha seleccionado una trituradora de impactos ya que va a permitir la molienda de materiales duros y abrasivos, como es el caso de los residuos a tratar (hormigón, ladrillos, azulejos, etc).

Otro factor que se ha tenido en cuenta al seleccionar esta maquinaria es que va a producir un menor porcentaje de finos.

Además, el producto obtenido va a tener un buen coeficiente de forma, es decir, que las partículas que salgan de la trituradora van a tener una geometría lo más cúbica posible. Este es un requisito deseable ya que va a mejorar el rendimiento de la separación mecánica posterior en el tamiz vibratorio.

5.1. SELECCIÓN DEL MODELO

Dentro de las trituradoras de impactos, se pueden encontrar trituradoras primarias de impactos y trituradoras secundarias de impactos, por lo que se ha seleccionado ésta última.

Para seleccionar un modelo concreto dentro de este tipo de machacadoras se debe tener en cuenta la producción prevista para la unidad. El 73,14% de la alimentación de la instalación debe ser tratada en esta etapa, es decir, aproximadamente 76,22 Tn/h.

Para compensar posibles fluctuaciones en la producción media de la planta y considerar la cantidad de áridos recirculados desde el tamiz por no haber alcanzado el tamaño deseado (7,6 Tn/h) se va a dimensionar la unidad para una producción del 30% superior a la media exigida. Finalmente se tiene una producción de 99 Tn/h. Según la tabla: Trituradoras secundarias de impactos (Ver anejo 11, FIG. 5) el modelo seleccionado es el TA-12T.

Las características principales de dicho modelo son:

- Boca de entrada: 1.145 x 550 mm.
- Peso: 13.200 kg.
- Producción: 100/160 Tn/h.
- Potencia: 160 kW.

ANEJO 6: DIMENSIONAMIENTO DE LA CRIBA VIBRATORIA

6.1. PLACAS PERFORADAS

La criba vibratoria va a disponer de 3 placas perforadas (estos orificios van a ser de forma circular). La designación UNE de los tamices así como su abertura en mm se aprecian en la tabla adjunta en el Anejo 11 (FIG. 6). Se han seleccionado tres placas: 80 mm, 40 mm y 25 mm.

6.2. AMPLITUD Y FRECUENCIA

En una criba de un tamaño y diseño dados, la amplitud y frecuencia del movimiento de la criba debe permanecer dentro de un valor definido si no se quieren superar los esfuerzos permisibles sobre sus puntos de apoyo y cojinetes.

Para evaluar la amplitud y frecuencia se va a calcular el factor de aceleración G (Trelleborg), cuyo valor tiene que estar entre 3 y 6. (Según Juan Tiktin, 1995).

$$G = K \cdot a \cdot n^2$$

donde:

- G = Factor de aceleración
- K = Constante = $1,12 \times 10^{-6}$
- a = Amplitud teórica del movimiento vibratorio (mm)
- n = Frecuencia (r.p.m.)

Para determinar el valor del factor G se necesitan los valores de a y n. Éstos se obtienen de la tabla “Datos Trelleborg” (Ver Anejo 11, FIG. 7) a partir del tamaño de los orificios de cada placa perforada.

- *Placa 25 mm.* a = 3,5 mm n = 950 r.p.m.

$$G = 1,12 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5 \cdot 950^2 = 3,54$$

- *Placa 40 mm.* a = 4,1 mm n = 920 r.p.m.

$$G = 1,12 \cdot 10^{-6} \cdot 4,1 \cdot 920^2 = 3,89$$

- *Placa 80 mm.* a = 5,7 mm n = 840 r.p.m.

$$G = 1,12 \cdot 10^{-6} \cdot 5,7 \cdot 840^2 = 4,5$$

Para las tres placas, de distintos tamaños de orificios se cumple que el factor de aceleración está entre 3 y 6.

Se establecen para la frecuencia (n) y la amplitud del movimiento vibratorio (a), los valores intermedios, es decir, a = 4,1 y n = 920 r.p.m.

6.3. PENDIENTE DE LA CRIBA

Se ha seleccionado un ángulo de inclinación (α) para la criba vibratoria de 18° en base a la tabla “Relación óptima”. Esta tabla permite conocer el ángulo para los diferentes tamaños de los orificios (100-25 mm). Ver Anejo 11, FIG. 8.

6.4. DIMENSIONADO DE LA SUPERFICIE DE CLASIFICACIÓN

Para dimensionar la superficie de las placas perforadas se precisa conocer los siguientes datos:

- Producción total a clasificar, Q (Tn/h)
- Densidad media del material
- Naturaleza de los áridos (graveras o machaqueo)
- Tamaños de la luz de malla (mm)

Según Tiktin (1995):

$$Q = (F \cdot D \cdot H \cdot M \cdot K \cdot W) \cdot S \cdot T_b$$

donde:

- Q = Alimentación en Tn/h
- S = Superficie límite de cribado en m^2
- T_b = Capacidad Standard en Tn/h $\cdot m^2$ bruto de tamiz
- F, D, H, M, K, W = Factores

Para casos ideales los factores se van a tomar de valor 1, quedando:

$$Q = S \cdot T_b$$

La capacidad standard viene tabulada en función del tamaño de la luz de malla y de la naturaleza del árido a tratar, para condiciones ideales. Para áridos de machaqueo y para los diferentes tamaños se obtienen los siguientes datos de T_b : Ver Anejo 11, FIG. 9.

- Para 25 mm, $T_b = 23,50$ Tn/h $\cdot m^2$
- Para 40 mm, $T_b = 30,34$ Tn/h $\cdot m^2$
- Para 80 mm, $T_b = 41,65$ Tn/h $\cdot m^2$

Con estos datos y la alimentación que entra a la criba vibratoria se calculan las superficies de las placas:

$$Q = 83,61 \text{ Tn/h}$$

- Para 25 mm:

$$S = \frac{83,61}{23,5} = 3,56 \text{ m}^2$$

- Para 40 mm:

$$S = \frac{83,61}{30,34} = 2,76 \text{ m}^2$$

- Para 80 mm:

$$S = \frac{83,61}{41,65} = 2 \text{ m}^2$$

Se selecciona como tamaño de la placa perforada la superficie de mayor extensión, es decir, $S = 3,56 \text{ m}^2$. Para corregir posibles errores en las aproximaciones se va a tomar un margen de 25%. La superficie total de las placas es $4,45 \text{ m}^2$.

6.5. MODELO SELECCIONADO

Según la tabla proporcionada en el Anejo 11 se ha seleccionado el modelo 450-TM3, que tiene las siguientes características:

- Peso: 3.700 kg.
- Potencia para tres tamices: 7,5 kW.
- Superficie útil de cribado: $4,5 \text{ m}^2$.

ANEJO 7: DIMENSIONAMIENTO DE CINTAS TRANSPORTADORAS

En la planta se va a disponer de 13 cintas transportadoras, que van a denominarse CT, seguido del número correspondiente para identificarlas. Ver Plano N° 2

Las cubiertas de las cintas seleccionadas están hechas de goma extra-resistente a la abrasión, cizallamiento e impactos. Por tanto, las cintas transportadoras han sido diseñadas para transporte de materiales abrasivos pesados como es el caso de esta instalación

Las cintas CT₃, CT₄ y CT₅ van a ser diseñadas con una anchura de 1,20 metros para que tengan la anchura suficiente para que se pueda trabajar seleccionando materiales desde ambos lados en el puesto de triaje manual. El resto de las cintas transportadoras van a diseñarse con una anchura de 0,9 metros.

En el diseño de las cintas transportadoras se debe tener en cuenta el ángulo máximo de inclinación permitido para los materiales a transportar. De la tabla “Características de materiales” (Anejo 11, FIG. 11) se obtiene un ángulo máximo de inclinación de 18°.

La velocidad de estas cintas va a ser de 0,2 m/s, siendo evaluada en las acciones de arranque y parada.

Para hallar la potencia necesaria de cada tramo de cinta se va a emplear la FIG. 10 (Anejo 11), en la que se obtiene las constantes A y B en función de la anchura de las cintas. Según Tchobanoglous (1994):

$$HP_{TOTAL} = HP_{LLANO} + HP_{VACÍO} + HP_{SUBIDA}$$

donde:

$$HP_{LLANO} = M \cdot \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot L)}{100}$$

$$HP_{VACÍO} = \frac{(A + B \cdot L)}{100} \cdot S_{CINTA}$$

$$HP_{SUBIDA} = \frac{1,015 \cdot H \cdot M}{1000}$$

HP = Potencia (CV)

M = Rendimiento (Tn/Hora)

L = Longitud (m)

A, B = Constantes empíricas

S_{cinta} = Velocidad de la cinta (m/sg)

H = Altura (m)

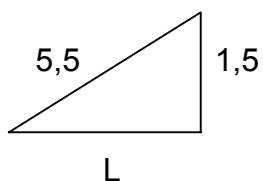
7.1. CINTAS DE ANCHURA 1,20 m

A = 0,88

B = 0,00538

S = 0,2 m/s

- Tramo CT₃: M = 78,4 Tn/h



L = 5,3 m Separación entre el tromel y triaje manual

$$\frac{1,5}{\sin \alpha} = \frac{5,5}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 15,8^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1,5 \cdot 78,4}{1.000} = 0,1194 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,88 + 0,00538 \cdot 5,5)}{100} \cdot 0,2 = 1,82 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,1194 + 1,82 \cdot 10^{-3} = 0,1212 CV$$

- Tramo CT₄: M = 78,4 Tn/h

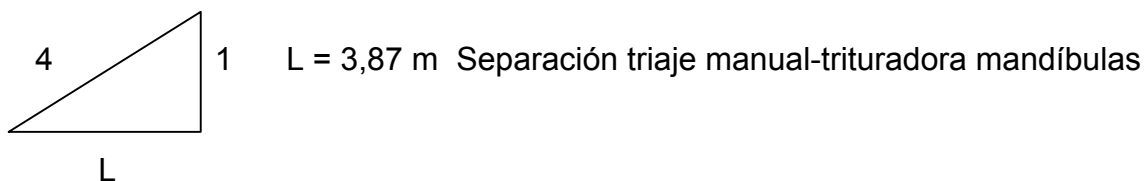
Se trata de un tramo de cinta horizontal de longitud L = 5 m.

$$HP_{llano} = 78,4 \cdot \frac{0,48 + 0,00302 \cdot 5}{100} = 0,388 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,88 + 0,00538 \cdot 5)}{100} \cdot 0,2 = 1,814 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,388 + 1,814 \cdot 10^{-3} = 0,39 CV$$

- Tramo CT₅: M = 77 Tn/h



$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{4}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 14,5^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1 \cdot 77}{1.000} = 0,078 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,88 + 0,00538 \cdot 4)}{100} \cdot 0,2 = 1,8 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,078 + 1,8 \cdot 10^{-3} = 0,08 CV$$

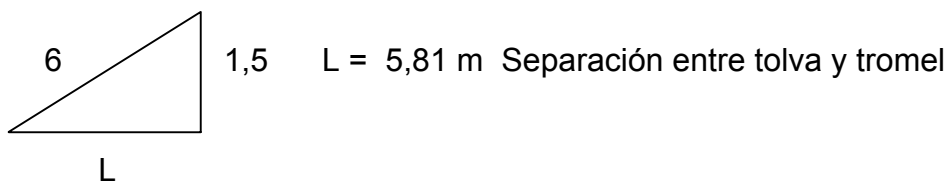
7.2. CINTAS DE ANCHURA 0,9 m

$$A = 0,64$$

$$B = 0,00396$$

$$S = 0,2 \text{ m/s}$$

- Tramo CT₁: M = 100 Tn/h



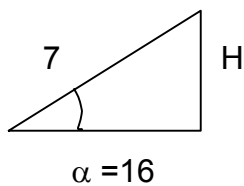
$$\frac{1,5}{\sin \alpha} = \frac{6}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 14,5^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1,5 \cdot 100}{1.000} = 0,1523 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 6)}{100} \cdot 0,2 = 1,33 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,1523 + 1,33 \cdot 10^{-3} = 0,1536 CV$$

- Tramo CT₂: M = 20,8 Tn/h



$$\frac{H}{\sin 16} = \frac{7}{\sin 90} \rightarrow H = 1,93m$$

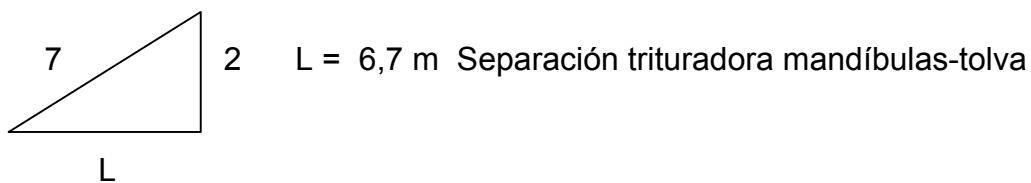
A la altura H se le suma la cota desde la que se sitúa la cinta, es decir 2 metros, obteniéndose una altura desde donde descarga la cinta de 3,93 metros.

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 7)}{100} \cdot 0,2 = 1,335 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1,93 \cdot 20,8}{1.000} = 0,041 CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,041 + 1,335 \cdot 10^{-3} = 0,042 CV$$

- Tramo CT₆: M = 77 Tn/h



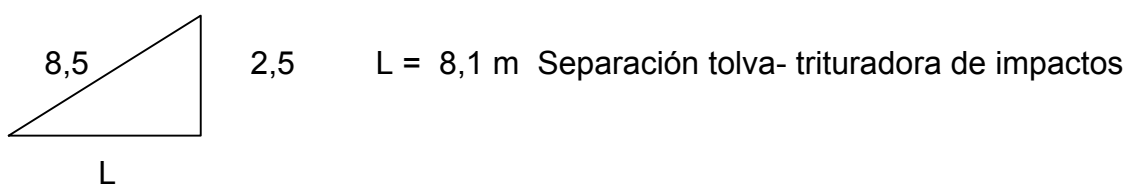
$$\frac{2}{\sin \alpha} = \frac{7}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 16,6^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 2 \cdot 77}{1.000} = 0,156 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 7)}{100} \cdot 0,2 = 1,335 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,156 + 1,335 \cdot 10^{-3} = 0,157 CV$$

- Tramo CT₇: M = 76,22 Tn/h



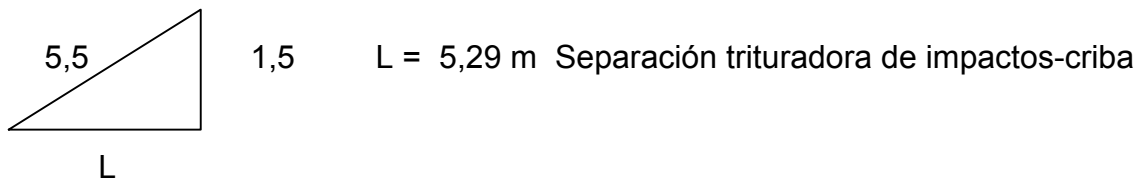
$$\frac{2,5}{\sin \alpha} = \frac{8,5}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 17^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 2,5 \cdot 76,22}{1.000} = 0,193 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 8,5)}{100} \cdot 0,2 = 1,35 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,193 + 1,35 \cdot 10^{-3} = 0,194 CV$$

- Tramo CT₈: M = 83,82 Tn/h



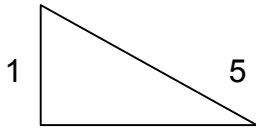
$$\frac{1,5}{\sin \alpha} = \frac{5,5}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 15,8^\circ$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1,5 \cdot 83,82}{1.000} = 0,128 CV$$

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 5,5)}{100} \cdot 0,2 = 1,32 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,128 + 1,32 \cdot 10^{-3} = 0,129 CV$$

- Tramo CT₉: M = 7,6 Tn/h



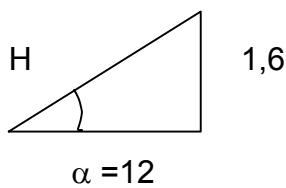
$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{5}{\sin 90} \rightarrow \alpha = 11,5^\circ$$

$$HP_{\text{vacío}} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 5)}{100} \cdot 0,2 = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ CV}$$

$$HP_{\text{lano}} = 7,6 \cdot \frac{0,48 + 0,00302 \cdot 5}{100} = 0,038 \text{ CV}$$

$$HP_{\text{TOTAL}} = 0,038 + 1,32 \cdot 10^{-3} = 0,039 \text{ CV}$$

- Tramo CT₁₀: M = 7,6 Tn/h



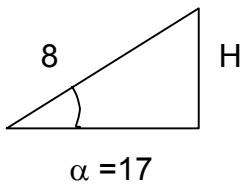
$$\frac{1,6}{\sin 12} = \frac{H}{\sin 90} \rightarrow H = 7,7 \text{ m}$$

$$HP_{\text{vacío}} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 7,7)}{100} \cdot 0,2 = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ CV}$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 1,6 \cdot 7,6}{1.000} = 0,012 CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,012 + 1,34 \cdot 10^{-3} = 0,013 CV$$

- Tramo CT₁₁: M = 21,3 Tn/h



$$\frac{H}{\sin 17} = \frac{8}{\sin 90} \rightarrow H = 2,34m$$

A la altura H se le suma la cota desde la que se sitúa la cinta, es decir 1,5 metros, obteniéndose una altura desde donde descarga la cinta de 3,84 metros.

$$HP_{vacío} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 8)}{100} \cdot 0,2 = 1,34 \cdot 10^{-3} CV$$

$$HP_{subida} = \frac{1,015 \cdot 2,34 \cdot 21,3}{1.000} = 0,051 CV$$

$$HP_{TOTAL} = 0,051 + 1,34 \cdot 10^{-3} = 0,052 CV$$

- Tramo CT₁₂: M = 27,9 Tn/h

Las dimensiones de esta cinta son las mismas que las de la cinta CT₁₁, es decir, H = 2,34 metros. La altura de descarga del material es 3,84 metros.

$$HP_{\text{vacío}} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 8)}{100} \cdot 0,2 = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ CV}$$

$$HP_{\text{subida}} = \frac{1,015 \cdot 2,34 \cdot 27,9}{1.000} = 0,066 \text{ CV}$$

$$HP_{\text{TOTAL}} = 0,066 + 1,34 \cdot 10^{-3} = 0,067 \text{ CV}$$

- Tramo CT₁₃: M = 26,8 Tn/h

Las dimensiones de esta cinta son las mismas que las de la cinta CT₁₁, es decir, H = 2,34 metros. La altura de descarga del material es 3,84 metros.

$$HP_{\text{vacío}} = \frac{(0,64 + 0,00396 \cdot 8)}{100} \cdot 0,2 = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ CV}$$

$$HP_{\text{subida}} = \frac{1,015 \cdot 2,34 \cdot 26,8}{1.000} = 0,064 \text{ CV}$$

$$HP_{\text{TOTAL}} = 0,064 + 1,34 \cdot 10^{-3} = 0,065 \text{ CV}$$

ANEJO 8: CINTA ELECTROMAGNÉTICA

8.1. SELECCIÓN DEL MODELO

Estas cintas tendrán una correa continua de manera que puedan quedar pegados a ella los férricos con mayor facilidad.

En la instalación se van a instalar tres separadores magnéticos, situados sobre las cintas transportadoras CT₁, CT₆ y CT₈, situadas a la entrada del tromel y a la salida de ambas trituradoras, respectivamente. Las cintas electromagnéticas se sitúan sobre las cintas transportadoras en dirección perpendicular al de las cintas de transporte de material.

Se ha seleccionado el MODELO ODEP (Overland con electroimán), tipo ODEP-6. En esta instalación es más aconsejable el uso de un electroimán antes que un imán permanente, ya que tiene más potencia. Se debe tener en cuenta que los trozos de ferralla empleada en la construcción pueden llegar a tener un peso considerable.

Además, el electroimán va a permitir colocar la cinta electromagnética a una distancia mayor de la cinta transportadora. Este ha sido un parámetro muy tenido en cuenta en su selección.

Las dimensiones del electroimán son 800 x 700 x 440.

Este modelo debe estar instalada a una distancia de la cinta de 280 mm. La potencia del motor es de 2,7 kW. Ver Anejo 11.

ANEJO 9: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

9.1. OBJETO

El objeto del presente documento es dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. Dicha ley, en su artículo 23 dice:

1.- “El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación relativa a las obligaciones de éste” :

a) Evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud del trabajo y la planificación de la acción preventiva, conforme a lo previsto en el artículo 16 de la presente Ley (Evaluación de riesgos).

b) Medidas de protección y de prevención a adoptar y, en su caso, material de protección que deba utilizarse.

c) Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores. (Apartado 1 del artículo 16 de la presente Ley).

d) Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores y conclusiones obtenidas de los mismos en los términos recogidos en el artículo 22 de esta Ley. (Vigilancia de la Salud).

e) Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día.

2.- El empresario estará obligado a notificar por escrito a la autoridad laboral los daños para la salud de los trabajadores a su servicio que se hubieran producido con motivo del desarrollo de su trabajo.

3.- La documentación a que se hace referencia en el presente artículo deberá también ser puesta a disposición de las autoridades sanitarias al objeto de que estas puedan cumplir con lo dispuesto en el artículo 10 de la presente Ley (Actuaciones de las Administraciones públicas competentes en materia sanitaria) y en el artículo 21 de la Ley 14/1986 de 25 de abril, General de Sanidad.

De esta manera se realiza la evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo conforme a lo previsto en el artículo 16 de la presente que dice:

1. “La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido.

Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

2. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores.

3. Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos”.

Para la explotación del recurso es necesario realizar distintos trabajos que pueden presentar riesgos para los trabajadores implicados y riesgos que serán descritos en el Documento de evaluación de riesgos laborales, incluido en el presente informe dando así cumplimiento al Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades minera. En su capítulo II (Obligaciones del empresario), artículo 3, punto 2, dice:

“El empresario se asegurará de que se elabore y mantenga al día un documento sobre la seguridad y salud, denominado en adelante “Documento sobre seguridad y salud”, que recoja los requisitos pertinentes contemplados en los Capítulos III y V de la Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales (Capítulo III: Derechos y obligaciones; Capítulo V: Consulta y participación de los trabajadores).

El documento sobre seguridad y salud de los trabajadores deberá demostrar, en particular:

a) Que los riesgos a que se exponen los trabajadores en el lugar de trabajo han sido identificados y evaluados.

b) Que se van a tomar las medidas adecuadas para alcanzar los objetivos fijados en la presente disposición.

c) Que la concepción, la utilización y el mantenimiento del lugar de trabajo y de los equipos son seguros.

Dicho documento estará a disposición de las autoridades laboral y sanitaria así como de los delegados de prevención como representantes de los trabajadores en la materia de seguridad y salud.

El documento sobre seguridad y salud deberá ser revisado en caso de que se realicen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en los lugares de trabajo.

9.2. DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD

9.2.1. INTRODUCCIÓN

Con objeto de hacer más fácil la elaboración y comprensión de este documento, se van a dividir las labores que se realizan en la planta de clasificación y trituración de áridos, en áreas de trabajo y puestos de trabajo involucrados en dichas áreas, para posteriormente evaluar los riesgos y las medidas preventivas y de seguridad adoptadas o a adoptar en cada uno de esos puestos de trabajo.

En el caso de la Planta de Clasificación y Trituración de Áridos sólo tiene la labor de recepción y tratamiento de los residuos.

9.2.1.1. Funcionamiento

Dentro de este área de trabajo están comprendidas todas las labores que se realizan; desde la recepción de los residuos, trituración y clasificación, hasta la carga en camiones para su posterior comercialización.

El proceso seguido es el siguiente:

- En una primera fase y con la ayuda de una pala cargadora se llevan los residuos hasta la tolva de alimentación.
- En una segunda fase estos residuos áridos son tratados, llevándose a cabo la trituración y clasificación de los mismos.
- En una tercera y última fase, los áridos ya clasificados en función de su diámetro son cargados en un camión con ayuda de una pala cargadora.

Los puestos de trabajo que se han de considerar, así como las maquinas utilizadas son:

ACCIÓN	PUESTO DE TRABAJO	MAQUINARIA
Carga de los camiones	Conductor de pala	Pala Cargadora
Transporte de los áridos	Conductor de camión	Camión
Mantenimiento	Encargado de Mantenimiento	-

Para ello, se tendrá en cuenta el personal a pié cuando se analice el mantenimiento y las reparaciones, tanto de la planta como de la maquinaria empleada.

9.2.1.2. Mantenimiento y Reparaciones

En este área de trabajo quedan incluidas las labores de reparación y mantenimiento que se llevan a cabo dentro de la explotación como pueden ser cambios de aceite de la maquinaria móvil, cambios de neumáticos y arreglos de pinchazos, pequeños arreglos de los sistemas hidráulicos, engrase de la maquinaria de la planta, cambio de materiales fungibles de la maquinaria de la planta, soldadura, etc...

Las reparaciones de cierta envergadura son en general encomendadas a personal especializado ajeno a la empresa.

9.2.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Una vez definidas las áreas de trabajo y los puestos de trabajo de cada una de ellas, se pasarán a enumerar para cada labor los riesgos que puede haber, así como las medidas de seguridad y prevención a tomar frente a posibles accidentes.

9.2.2.1. Funcionamiento

9.2.2.1.1. Carga de los camiones

La carga de los áridos se realiza con la pala que lo vierte a los camiones.

Los **riesgos** para la seguridad y salud del personal involucrado, en este caso conductor de la pala y camión, son:

- Desplazamientos incontrolados de la maquinaria por superficies con pendiente o por abandono de ésta sin las debidas precauciones.

- Ruido procedente del motor.

- Incendio de la maquinaria.

- Golpeo o aplastamiento del trabajador al producirse el vuelco de la maquinaria.

- Vuelco de la maquinaria por el desplome de la plataforma de trabajo por cargar material que se encuentra bajo el nivel de apoyo.

- Falta de control de la maquinaria debido a distracciones por otras personas subidas sobre éstas, por comer o beber mientras está en movimiento la maquinaria, distracción por cansancio, sueño, etc.

- Caída de los trabajadores a distinto nivel por saltar al bajar o subir de la maquinaria.

- Caída de los trabajadores al mismo nivel debido al estado resbaladizo de las superficies de acceso a la maquinaria.

- Colisión de la pala con los camiones por falta de visibilidad, por no elevar suficiente el cazo, por no estar inmóvil y en su posición el camión, etc.

Por tanto las **medidas de prevención** que han de tomarse son:

- Los conductores de la maquinaria deben disponer de la autorización y de los permisos pertinentes.

- Se deben respetar las instrucciones del fabricante en cuanto a la utilización de la maquinaria y esta debe estar en correcto estado de mantenimiento.
- Asegurarse de la estabilidad del terreno sobre el que se trabaja.
- El área de trabajo ha de ser de dimensiones suficientes para maniobrar con seguridad.
- Los conductores de los camiones han de colocar los vehículos en zonas llanas y firmes para su carga.
- Durante la carga se estacionará el vehículo en punto muerto y se accionará el freno de aparcamiento.
- El conductor del camión no deberá abandonar la cabina bajo ningún concepto mientras dure la operación de carga, y de tener que hacerlo por algún motivo justificado se asegurará que el conductor de la pala lo ha advertido.
- Se evitará el volteado del material a la caja del camión de forma brusca o violenta.
- No superar la carga máxima del camión.
- Una vez cargado el camión, se iniciará la marcha prestando atención de que no existan personas en el camino,
- Para paliar el ruido, las cabinas han de permanecer cerradas, con lo cual el nivel sonoro baja por debajo del límite máximo establecido.
- Tener a mano un extintor, asegurándose de su funcionamiento y haciéndole las revisiones reglamentarias.

- Utilizar siempre las escalerillas al subir o bajar de las máquinas, manteniendo a la vez lo más limpia posible las superficies a pisar.
- Está prohibido comer o beber durante el tiempo que la maquinaria esté funcionando.

9.2.2.1.2. Manipulación de los acopios

Tanto la carga del camión como el transporte interno del material de unos acopios a otros se realiza con pala cargadora, por lo tanto el personal implicado en dicha labor es el conductor de la pala.

Los **riesgos** que se pueden presentar son:

- Atropello por mala visibilidad, negligencia de cualquier personal que se encuentre en la zona de trabajo de esta máquina, etc.
- Estar la máquina en marcha fuera de control, por abandono de la cabina sin desconectar la máquina.
- Choque contra otros vehículos (camión).
- Ruido procedente del motor.
- Incendio.
- Caída del operario al subir o bajar de la máquina.
- Golpes.

Las **medidas preventivas** que han de tomarse son:

- En la zona de influencia de la máquina no debe haber personal a pie ni en vehículos sin haber apercibido antes al conductor de la pala.
- No se permite el abandono de la máquina no sin antes estacionar y desconectarla.
- La zona de trabajo ha de ser lo más horizontal posible, evitando grandes pendientes. (Estas palas trabajan en la zona de acopios que es totalmente llana).
- Para evitar el choque con los camiones la única medida que se puede tomar es trabajar con precaución.
- La máquina debe disponer del dispositivo de alarma de marcha atrás.
- Se debe disponer de un extintor en la cabina.
- Para paliar el ruido, la cabina ha de permanecer cerrada, con lo que el nivel sonoro baja por debajo del límite máximo establecido.
- Riego de las pistas o lugares por donde transitan las máquinas y los camiones.

9.2.2.2. Mantenimiento y reparaciones

Los trabajos que se realizan de taller tienen como objeto evitar la parada prolongada de los equipos móviles, así como de la planta de tratamiento.

Los trabajos más frecuentes son: cambios de neumáticos por pinchazo, sustitución de dientes en los cazos de la pala, cambios de aceite de la maquinaria móvil, sustitución de correas o rodillos de cintas, pequeñas soldaduras y cortes, cambio de telas de cribas, etc.

Los **riesgos** que se pueden dar son:

- Caídas de objetos por:

- Ausencia de accesorios de protección personal.
- Emplazamiento inadecuado de herramientas y accesorios o componentes.
- Manipulación incorrecta de materiales.

- Esfuerzos inadecuados del personal por:

- Prácticas incorrectas de posicionado para la actividad a realizar.
- Manipulación incorrecta en partes móviles.
- Uso de herramientas inadecuadas.

- Aprisionado entre partes o componentes.

- Manipulación incorrecta en sistemas eléctricos.

- Cortes por manipulación de radial, taladro, etc.

- Quemaduras por soldadura o corte.

Las **medidas preventivas** que han de tomarse son:

- Los trabajadores realizarán sólo aquellas actividades para las que hayan sido designados por su supervisor o jefe, y para las que han sido instruidos.

- Usarán los equipos de protección personal que la Empresa ponga a su disposición.

- No usarán ropa amplia o suelta o cualquier tipo de accesorios que supongan un riesgo de aprisionado en partes fijas o móviles.

- El área de trabajo se mantendrá razonablemente limpia, evitando caídas, riesgos de incendios y accidentes eléctricos.

- Hay que disponer de extintores claramente señalizados, conociendo el personal el funcionamiento de estos.

- El personal de mantenimiento conocerá los procedimientos de bloqueo y señalización de seguridad de los equipos.

- Se utilizará señalización de “NO TOCAR” en aquellas máquinas objeto de revisión o reparación.

- Los dispositivos de bloqueo y señalización sólo pueden ser retirados por la persona que los hubiera colocado o con su autorización expresa y una vez finalizado y revisado el trabajo realizado.

- Las operaciones de mantenimiento y reparaciones se realizarán con el equipo parado y en caso necesario, con las partes móviles adecuadamente protegidas.

ANEJO 10: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Este estudio describe actuaciones relacionadas con obligaciones legales recogidas en la legislación vigente. Existen numerosas medidas preventivas que permiten mantener bajo control los diferentes impactos sobre el medio ambiente.

Se proyecta la aplicación de una combinación medidas correctoras y obras auxiliares, que convertirán esta instalación en merecedora del calificativo de ejemplar.

10.1. MEDIDAS CORRECTORAS

Antes de proponer la descripción de las diferentes medidas correctoras a aplicar, se efectuará un análisis detallado de las diferentes situaciones, elementos y actividades relacionadas con la instalación, que pudiesen dar lugar a la emisión de contaminantes de diferente tipo. En el siguiente cuadro se detallan de forma genérica estas actividades, el elemento o agente que produce la emisión o elemento alterador del Medio Ambiente y las Medidas Correctoras indicadas para cada caso.

Actividad	Agente	Medida correctora
Camiones y maquinaria	Vientos dominantes	Barreras antiviento
Incendios	Incendio de maquinaria móvil	Observación de las normas de seguridad
Desmontes, obras y excavaciones	Movimiento en general	Revestimiento de vegetación para la integración del entorno
Alteración de la cubierta terrestre	Superficie a ocupar por la instalación	Terrenos ausentes de aprovechamiento agrícola
Carreteras y caminos	Superficie del terreno	Diseño del trazado sobre terreno óptimo

10.1.1. SOBRE EL POLVO

En todo proyecto donde existe movimiento de tierras, una de las afecciones más importantes cuando no se adoptan las convenientes medidas correctoras, es la formación de polvo.

El polvo es el conjunto de pequeñas partículas sólidas, con un rango de diámetro comprendido entre 1 y 60 micras, transportadas por el viento, algunas de las cuales se depositan por la acción de la gravedad y otras se mantienen en suspensión, y cuya composición química es variada en razón de su procedencia.

Las fuentes de emisión se pueden clasificar en:

- Fuentes localizadas o puntuales.

- 1) Fuentes lineales (pistas de transporte con circulación de volquetes)
- 2) Fuentes fijas (plana de tratamiento)
- 3) Fuentes móviles (camiones en su desplazamiento)

- Fuentes furtivas o no puntuales (superficies de acopio, o frente restaurado sin revegetar)

El hecho de que el polvo sea desplazado y dirigido por el viento hace que su difusión dependa de una gran número de factores, algunos de difícil cuantificación:

- Estado del suelo y tipo de vehículo sobre la superficie y/o equipo generador de polvo.
- Estación del año y hora del día.
- Velocidad y dirección del viento.
- Turbulencia del aire.

- Humedad y temperatura del suelo.
- Relación que se establece entre la dirección del viento y los efectos de la lluvia caída en los días inmediatos precedentes.
- Rugosidad del terreno, existencia de taludes de excavación y terraplenes naturales o artificiales.
- Vegetación y otros obstáculos en general.

10.1.1.1. Prevención y Control del Polvo

El control del polvo se consigue aplicando medidas en tres escalones de actuación distintos:

- 1) Prevención
- 2) Control
- 3) Dilución o aislamiento

Los sistemas de control del polvo se consiguen mediante:

- Sistemas colectores de polvo.
- Sistemas supresores por vía húmeda.

A continuación se van a evaluar las diferentes acciones que pueden producir polvo:

- *Excavación y carga:*

En esta operación se efectúa el arranque mecánico y la carga de los residuos, produciéndose finos que se manifiestan durante la descarga del material de las unidades de transporte.

Aunque esta afección es de muy escaso valor, se procederá al riego periódico de las superficies de los apilamientos de los residuos en los tajos.

- *Transporte:*

Es la principal fuente de polvo furtivo, que se genera por la circulación de los volquetes a través de las pistas y rampas de la instalación.

El peso de los vehículos hace que se trituren los materiales que constituyen la capa de rodadura, dando lugar a finos, y los propios neumáticos transportan pequeñas cantidades de barro que se depositan a lo largo del trayecto, secándose y produciendo su desintegración, generando polvo con el movimiento del aire.

Esta afección al medio se puede subsanar con la colocación de difusores de agua con o sin estabilizantes químicos en todo el trayecto de los volquetes.

Estos tendrán la función de humedecer la primera capa de material, en unos 2-3 cm, aproximadamente.

- *Taludes y estériles:*

La existencia de superficies desnudas y el acumulo de estériles, sobre las que incide el viento, constituye una fuente potencial de formación de polvo, que es preciso tener en cuenta.

La erosión eólica depende de la velocidad y turbulencia del viento, pudiendo tener lugar tres tipos de movimientos de partículas:

- 1) Saltación
- 2) Deslizamiento superficial
- 3) Suspensión

Esta erosión eólica se produce por los siguientes mecanismos:

- Destrucción: Dislocamiento de las partículas de roca proyectadas desde la superficie y causada por la acción del viento y por el bombardeo de las partículas erosivas impulsadas por el viento.
- Efluación: Remoción de las partículas con diámetros comprendidos entre 0,05 y 0,5 mm, acusada por saltación.
- Extrusión: Empuje activo de las partículas de suelo que son demasiado gruesas para ser removidas por saltación.
- Eflación: Remoción de partículas finas susceptibles de ser transportadas en suspensión, dejando la más gruesa en el terreno.
- Abrasión: Destrucción de las partículas bajo el impacto de otras que se mueven por saltación.

Caso de ser muy acusada esta erosión eólica, se dispondrá de pantallas cortavientos y empleo de estabilizadores acuosos.

- *Planta de Tratamiento Mecánico:*

De todos los focos de emisión de polvo contemplados, éste será uno de los más importantes y su corrección deberá efectuarse mediante la adopción de las siguientes medidas:

Colocación de difusores de agua en:

- Tolvas de recepción
- Cabeceras de cintas

En cada uno de estos puntos irán difusores alimentados por tuberías de polietileno. El agua utilizada se recomienda esté mezclada con líquidos tenso-activos, en proporción de 1 por cada 3.000 litros de agua, que serán aplicados sobre tubería mediante inyector o abonadora.

Aislamiento con chapa metálica, si fuera necesario, del alimentador, la machacadora y las cribas. Asimismo se recubrirán en su recorrido las cintas transportadoras.

10.1.2. SOBRE LOS RUIDOS

Las dos principales fuentes de ruido son:

- Equipos móviles como fuentes móviles e intermitentes.
- Plantas de tratamiento como fuentes fijas.

- *Equipos Móviles:*

Las operaciones con equipos móviles más frecuentes en esta instalación son:

- Carga
- Arranque
- Transporte y servicios

Referente a las causas de ruido en este tipo de unidades, las más frecuentes son las siguientes:

- Funcionamiento de motores
- Salidas de los gases de escape
- Funcionamiento del ventilador del sistema de refrigeración
- Funcionamiento de la transmisión
- Funcionamiento del sistema hidráulica.

- Roce de los neumáticos con el suelo.
- Tránsito de vehículos.

Prevención y control de ruido:

Prácticamente la prevención ya viene implícita en el diseño de los fabricantes de maquinaria, toda vez que la propia exigencia de control de calidad de la normativa europea así lo determina en que debe de ser menor que el nivel máximo admisible de emisión. Ese dato suele reflejarse en las especificaciones técnicas del fabricante.

El roce de los neumáticos se reducirá exigiendo el cumplimiento de limitación de velocidad dentro del recinto.

- *Maquinaria fija:*

Prácticamente, la prevención del ruido en las instalaciones ya viene implícita en el diseño de los fabricantes de maquinaria, ya que la propia exigencia de control de calidad de la normativa europea determina que debe ser menor que el nivel máximo admisible de emisión. Este dato suele reflejarse en las especificaciones técnicas del fabricante.

Como medida complementaria y de gran efectividad es la de llevar un mantenimiento regular, ya que de esta forma se eliminan ruidos procedentes de elementos desajustados o muy desgastados, que trabajan con altos niveles de vibración.

En cuanto a las recomendaciones de carácter general a seguir para minimizar la generación y los efectos del ruido, en general, se pueden resumir en las siguientes:

- Empleo de cascos auriculares de protección para el personal que se encuentra manipulando la maquinaria.

- Uso de maquinaria con cabina insonorizada.
- Instalación de silenciadores para los equipos móviles.
- Acondicionamiento y mantenimiento de vial de acceso, medida que además evita sobreesfuerzos excesivos y posteriores averías en la maquinaria de transporte.
- Revisiones periódicas técnicas de la maquinaria, encaminadas al afianzamiento de piezas sueltas que fomenten o provoquen la producción potencial de ruidos; cuidando en especial el equilibrio estático y dinámico de los elementos móviles, que deberán estar debidamente lubricados.
- Del mismo modo, en la planta de tratamiento se revisarán el estado de las zapatas antivibratorias, bancadas suficientemente aisladas del suelo, etc., así como la aplicación de todas aquellas medidas oportunas que limiten la transmisión de vibraciones a las soleras y cimentaciones.

Sobre el tránsito de vehículos pesados:

- Limitación de los vehículos de expedición, en el interior, a una velocidad de 20 km./h (con su señalización).
- Los camiones deberán circular obligatoriamente con toldillos o mallas.
- Se mantendrán en perfectas condiciones de compactación los caminos de la explotación.

10.1.3. SOBRE LAS VIBRACIONES

Pueden producirse en las instalaciones de trituración, molienda, clasificación y en las cintas transportadoras y equipos de alimentación. Aunque pueden reducirse, en gran medida, con cimentaciones y apoyos adecuadamente concebidos.

Las distancias que normalmente existen entre estos equipos y el exterior de las explotaciones hacen que estas vibraciones no tengan relevancia alguna desde el punto de vista de afección al medio ambiente. Además, este factor se va a ver atenuado en el caso de esta instalación al estar ubicada en una cantera abandonada.

La creación de pantallas vegetales o de tierra entre la instalación y el área que pueda verse afectada por las vibraciones pueden ser una medida eficaz para reducir sus efectos.

ANEJO 11: TABLAS Y GRÁFICAS

PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	
Material	Peso específico aparente Kg/m³
A. Rocas	
Arenisca	2.600
Arenisca porosa y caliza porosa	2.400
Basalto, diorita	3.000
Calizas compactas y mármoles	2.800
Granito, sienita, diabosa, pórfido	3.800
Gneis	3.000
Pizarra de tejados	2.800
B. Piedras artificiales	
Adobe	1.600
Amiantocemento	2.000
Baldosa cerámica	1.800
Baldosa de gres	1.900
Baldosa hidráulica	2.100
Hormigón ordinario	2.200
Ladrillo cerámico macizo (0 a 10% de huecos)	1.800
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	1.400
Ladrillo cerámico hueca (40 a 50% de huecos)	1.000
Ladrillo de escorias	1.400
Ladrillo silicocalcáreo	1.900
C. Maderas	
Maderas resinosas:	
Pino, pinabete, abeto	600
Pino tea, pino melis	800
Maderas frondosas:	
Castaño, roble, nogal	800
D. Metales	
Acero	7.850
Aluminio	2.700
Bronce	8.500
Cobre	8.900
Estaño	7.400
Latón	8.500
Plomo	11.400
Zinc	7.200
E. Materiales diversos	
Alquitran	1.200
Asfalto	1.300

Caucho en plancha	1.700
Linoleo en plancha	1.200
Papel	1.100
Plástico en plancha	2.100
Vidrio plano	2.600

FIG. 1: PESO ESPECIFICO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Estos datos han sido tomados de la página web:

www.miliarium.com 20-08-2005

Especificación	Descripción y uso final
LC PAILAS	Fabricación de pailas para galvanizado.
ASTMA-283-A, B y C	Para estructuras de uso moderado y alta soldabilidad.
ASTMA-36	Media resistencia, estructural, vigas soldadas, bases de columnas.
ABS A, B, D, E	Acero estructural de mediana resistencia para fabricación de barcos.
LLOYD'S A, B, D, E	
ASTMA-131-A, B, D, E	
DIN/BS EN 10025 S-235	Para estructuras de uso moderado y alta soldabilidad.
DIN/BS EN 10025 S-275	Media resistencia, estructural, vigas soldadas, bases de columnas.
DIN/BS EN 10025 S-355	Alta resistencia, vigas soldadas, partes para puentes, edificios.
ASTMA-572-50 y 60	Alta resistencia, baja aleación, estructural, vigas soldadas, puentes, edificios.
ASTMA-572-65	Alta resistencia, baja aleación, bases de postes y luminarias.
ASTMA-656 Gr. 50 y 60	Alta resistencia, estructuras, vigas soldadas.
ASTMA-656 Gr. 70 y 80	Extra alta resistencia para estructuras donde requiere ahorro en peso.
ASTMA-709 Gr. 50	Alta resistencia, baja aleación para puentes.
JIS G-3106 SM-490-A	Alta resistencia, baja aleación con excelente soldabilidad para puentes, barcos tanque de petróleo, etc.

FIG. 2: ACERO ESTRUCTURAL DE MEDIANA RESISTENCIA Y ALTA RESISTENCIA

COMPARACION ENTRE MACHACADORAS DE MANDIBULAS

MODELO	ACCIONAM.	TRITURACION PRINCIPIOS	DESGASTE CON PIEDRAS ABRASIVAS	% DE FINOS	ENTRADA DE MATE- RIALES. AVANCE	PRODUCCION
DOBLE EFECTO	SIMPLE PLACA	COMPRESION Y ATRICION	MAYOR	MAYOR	MAS	MAYOR
SIMPLE EFECTO	DOBLE PLACA	COMPRESION	MENOR	MENOR	MENOS	MENOR
GIRATORIA		COMPRESION	MENOR	MENOR	MAS	MAYOR

FIG. 3: COMPARACIÓN ENTRE MACHACADORAS DE MANDÍBULAS

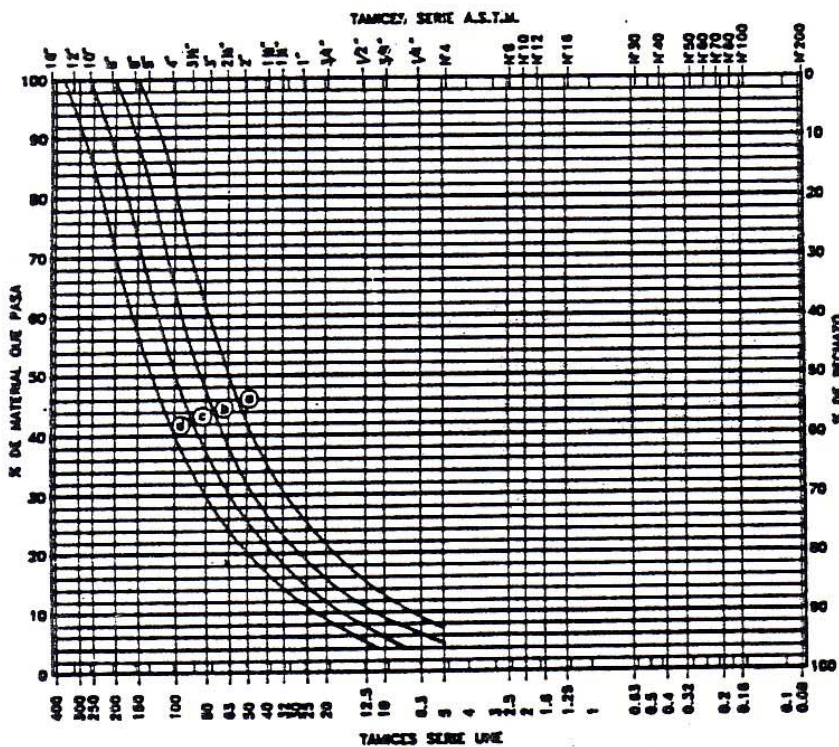
http://concretonline.com/jsp/aridos/ar_maguinaria11.jsp

Machacadoras de mandíbulas

SERIE MS

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Modelo	Boca de entrada	Peso	Producción	Alimentación	Reglaje	Potencia
MS-30	850 x 600 mm.	15.000 Kgs.	75/ 110 Tm./h.	500 Kgs.	80 - 160 mm.	92 KW
MS-40	1.050 x 850 mm.	26.000 Kgs.	100/ 180 Tm./h.	750 Kgs.	100 - 180 mm.	132 KW
MS-45	1.180 x 950 mm.	40.000 Kgs.	200/ 360 Tm./h.	1.250 Kgs.	120 - 200 mm.	160 KW
MS-50	1.320 x 1.000 mm.	53.000 Kgs.	300/ 500 Tm./h.	1.500 Kgs.	140 - 220 mm.	200 KW
MS-60	1.620 x 1.300 mm.	86.000 Kgs.	500/ 900 Tm./h.	3.000 Kgs.	160 - 250 mm.	250 KW
MS-70	2.150 x 1.500 mm.	150.000 Kgs.	800/1.400 Tm./h.	4.000 Kgs.	180 - 300 mm.	316 KW



CURVA	REGLAJE
a	100
b	150
c	200
d	250

En ordenadas (verticales) se señala el % en peso del material que pasa por tamiz cuyas dimensiones se indican en abscisas (horizontales).

NOTA.-

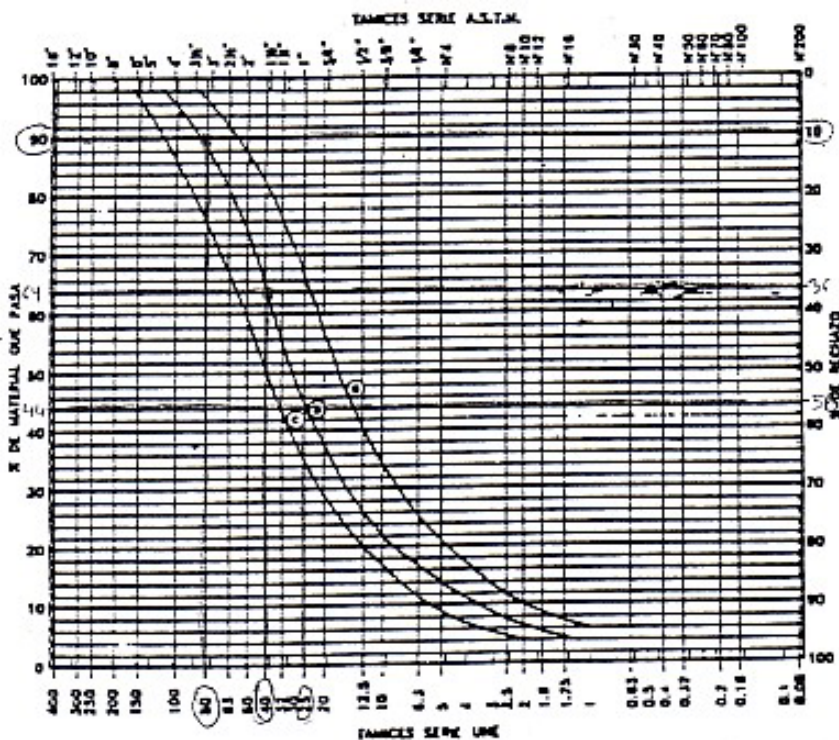
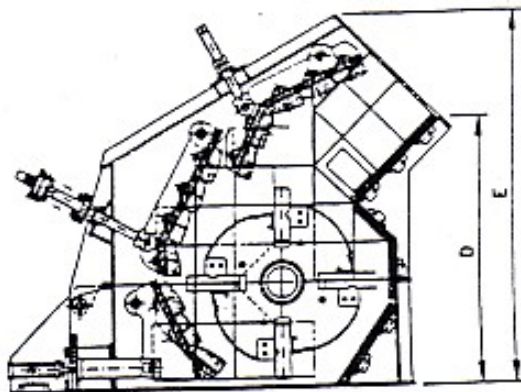
Estas curvas y producciones son orientativas y pueden variar según la velocidad de giro del rotor, el material a triturar, el tamaño de alimentación y las condiciones de desgaste de las trituradoras.

FIG. 4: MACHACADORA DE MANDÍBULAS

Trituradoras secundarias
de impactos

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Modelo	Boca de entrada	Peso	Producción	Alimentación	Potencia
TA-10T	900 x 425 mm.	9.100 Kgs.	60/90 Tm./h.	200 mm.	110 KW.
TA-12T	1.145 x 550 mm.	13.200 Kgs.	100/160 Tm./h.	250 mm.	160 KW.
TA-13T	1.660 x 550 mm.	17.200 Kgs.	180/270 Tm./h.	250 mm.	250 KW.
TA-14T	2.170 x 750 mm.	29.250 Kgs.	250/400 Tm./h.	250 mm.	316 KW.
TA-15T	2.430 x 825 mm.	42.400 Kgs.	375/500 Tm./h.	350 mm.	440 KW.
TA-16T	3.210 x 825 mm.	54.200 Kgs.	500/800 Tm./h.	350 mm.	735 KW.



En ordenadas (verticales) se señala el % en peso del material que pasa por tamiz cuyas dimensiones se indican en abscisas (horizontales).

NOTA.-

Estas curvas y producciones son orientativas y pueden variar según la velocidad de giro del rotor, el material a triturar, el tamaño de alimentación y las condiciones de desgaste de las trituradoras.

FIG. 5: TRITURADORAS SECUNDARIAS DE IMPACTOS

ABERTURA DE LA SERIE DE TAMICES UNE Y CORRESPONDIENTES
DE LA SERIE A.S.T.M.

Designación y abertura en mm UNE	Designación del tamiz A.S.T.M.	Abertura en mm A.S.T.M.
125	5	127
100	4	101,6
80	3	76,2
63	2,5	63,5
50	2	50,8
40	1,5	38,1
32	1,25	31,7
25	1	25,4
20	3/4	19,1
16	5/8	15,9
12,5	1/2	12,7
10	3/8	9,52
8	5/16	7,93
6,3	1/4	6,35
5	N.º 4	4,75
4	N.º 5	4,00
3,2	N.º 6	3,36
2,5	N.º 8	2,38
2	N.º 10	2,00
1,6	N.º 12	1,68
1,25	N.º 16	1,19
1	N.º 18	1,00
0,8	N.º 20	0,84
0,63	N.º 30	0,59
0,50	N.º 35	0,50
0,40	N.º 40	0,42
0,32	N.º 50	0,297
0,25	N.º 60	0,250
0,20	N.º 70	0,210
0,16	N.º 80	0,177
0,125	N.º 120	0,125
0,100	N.º 140	0,105
0,080	N.º 200	0,074
0,063	N.º 250	0,062
0,050	N.º 270	0,053
0,040	N.º 325	0,044

FIG. 6: SERIE DE TAMICES UNE

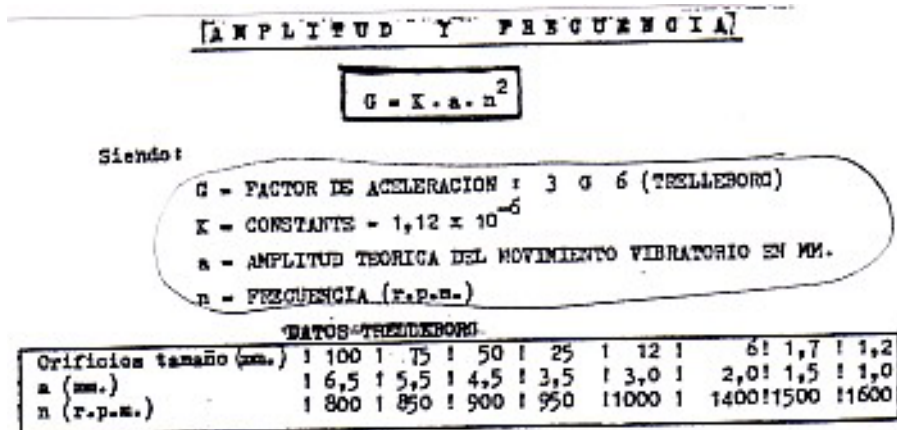


FIG. 7: AMPLITUD Y FRECUENCIA

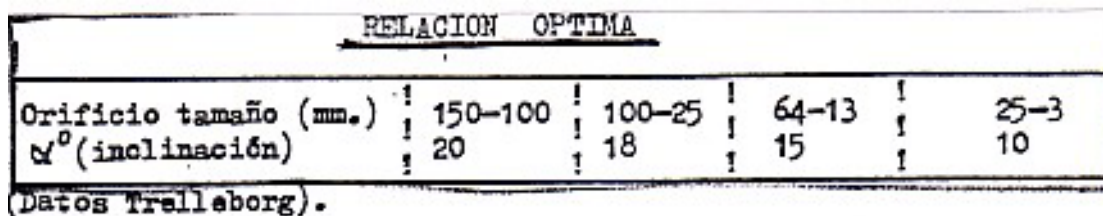


FIG. 8: RELACIÓN ÓPTIMA

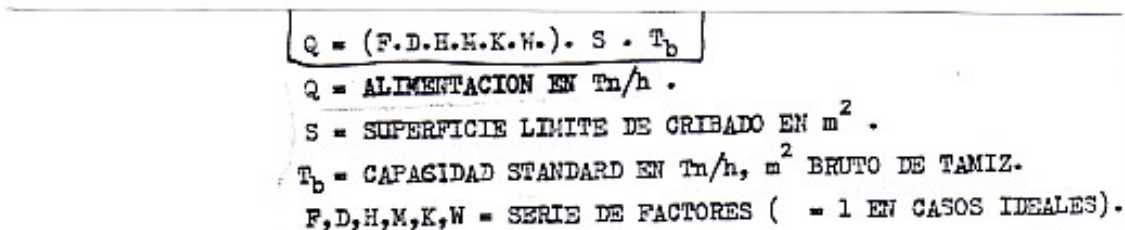


TABLA DE T_b (Tn/m², h)

MALLA LUZ, mm	100	76	63	50	38	31
CANTO BODADO	51,7	47,8	45	41,1	35,6	32,2
ROD. MACHACADO	49,9	40	37,5	34,4	60	26,7

MALLA LUZ, mm	25	22	19	16	12	10	6
CANTO TODADO	27,8	26,3	24	21,5	18,7	15,6	12
MACHAQUEO	23,5	21,7	20	17,7	15,5	13,2	9,7

FIG. 9: TABLA DE T_B

TABLA 12.15
Constantes empíricas para cintas transportadoras^a

Anchura de la cinta transportadora, cm	Constantes empíricas ^b	
	A	B
35	0,20	0,00140
40	0,25	0,00140
45	0,30	0,00162
50	0,30	0,00187
60	0,36	0,00224
76	0,48	0,00298
91	0,64	0,00396
107	0,72	0,00458
122	0,88	0,00538
137	1,00	0,00620
152	1,05	0,00765

FIG. 10: CTES CINTAS TRANSPORTADORAS

MATERIAL	Estado y tamaño (m m)	Peso específico T/m ³	Ángulos		Índice	Otras propiedades
			Reposo α	Incl. máx en banda β		
ARCILLA esquistos Pizarra	Rota, triturada	1,4-1,6	40°	18°	Mala	Abrasiva
ARCILLA fina calcinada	3	1,0-1,6		15°	Normal	Muy abrasiva
ARCILLA seca	15-75	1,0-1,2	35°	18°-20°	Normal	Abrasiva
ARCILLA húmeda	15-50	1,5-1,6		15°	Mala	Abrasiva, higroscópica
ARCILLA seca	Finas 3-15	1,6-1,9	35°	20°-22°	Normal	Muy abrasiva
ARCILLA refractaria		2,2	36°			Plástica con 12% de humedad
ARCILLA cerámica	Seca, fina	1,0-1,3	30°-45°		Normal	No abrasiva
ARENA seca	Dragada 3	1,5-1,8	35°	16°-18°	Normal	Muy abrasiva
ARENA húmeda	Apelmaz 3	1,7-2,1	45°	20°-22°	Mala	Muy abrasiva
ARENA (70%) y grava (30%)	Seca	1,4-1,8	45°	18°		
ARENA (70%) y grava (30%)	Húmeda	1,85-2,0	45°	20°		
ARENA (30%) y grava (70%)	Seca	1,4-1,8	35°			
ARENA (30%) y grava (70%)	Húmeda	1,8-2,0	32°			
ARENA de fundición	Vibrada 3	1,4-1,6	39°	22°	Normal	Muy abrasiva
ARENA de fundición	Machos 3	1,05	41°	26°	Normal	Se compacta bajo pres.
ARENA de fundición	Vieja 3- 75	1,0-1,8	39°	20°	Normal	Abrasiva tempera. elevada
ARENA de fundición	3	1,3-1,5	30°-45°	24°	Normal	Muy abrasiva
ASFALTO para pavimentos		1,2-1,4		16°-18°		

FIG. 11: ANGULO MÁXIMO INCLINACIÓN CINTAS TRANSPORTADORAS

MATERIAL	Estado y tamaño (m m)	Peso específico T/m ³	Ángulos		Fluides	Otras propiedades
			Reposo α	Inclin. máx en banda β		
ASFALTO triturado	15	0,75	30°-45°			
BAUXITA	Todo uno	1,3-1,4	31°	18°	Buena	Abrasiva
BAUXITA seca	Finos 3	1,0-1,1	35°	16°-18°		
BAUXITA	150	1,2-1,4	30°-45°	18°-20°	Buena	Abrasiva
BREA (Alquitrán)		0,8-1,1	27°-35°	18°		
BASALTO	75-150	1,4-1,7			Normal	Abrasiva
BASALTO	10-75	1,4-1,7			Normal	Abrasiva
BASALTO	3-10	1,4-1,7			Normal	Abrasiva
BASALTO	Finos 3	1,3-1,4	20°-28°		Normal	Abrasiva
CALIZA triturada	3-15	1,3-1,5	38°	18°	Normal	Abrasiva
CALIZA molida fina.(Harina de crudo)		0,6-0,9	0°-10°	8°-10°		
CALIZA	En polvo	1,3-1,4	45°	18°-20°	Muy buena	Muy polvorienta
CALIZA agrícola	1-3	1,1	30°-45°	20°	Buena	Abrasiva
CAL hidratada	Pulveriz.	0,5-0,6	42°	22°	Normal	No abras.
CAL hidratada	3	0,6	40°	21°	Normal	No abras.
CAL triturada	3	0,9-1,1	43°	22°-23°	Normal	No abras.
CAOLIN (Arcilla)	75	1,0	35°	19°	Normal	Abrasiva
CAOLIN (Talco)	Muy fino	0,7-0,9	45°	23°	Normal	Abrasivo
CARBURO de calcio	Polvo	1,1-1,2	40°-45°	18°	Normal	Abrasivo, explosivo
CARBORÚNDUM	75	1,6	20°-29°	15°		
CEMENTO Portland	A granel	1,5	40°	20°-23°	Muy buena	Abrasiva
CEMENTO Portland	Aireado	0,8-1,2		6°	Muy buena	Abrasiva
CEMENTO	Clinker 0-40	1,3-1,5	30°-40°	18°-20°	Mala	Muy abrasiva
CENIZAS de carbón	Húmedas y gruesas 10-75	0,7-0,8	45°	20°	Mala	Algo abrasiva y corros.
CENIZAS de carbón	Húmedas y finas 3-10	0,7-0,8	48°-55°	23°-27°	Mala	Abrasiva
CENIZAS de carbón	Secas y gruesas 10-75	0,5-0,7	45°	18°	Mala	Abrasiva
CENIZAS de carbón	Secas y finas	0,5-0,7	38°-45°	20°-25°	Mala	Abrasiva
CENIZAS volantes	Volátiles	0,5-0,7	35°-45°	20°-25°	Mala	Muy abrasiva
CENIZAS de piritas		1,25		15°-18°		Abrasiva
CUARZO cribado	15	1,3-1,45	20°-29°	18°	Buena	

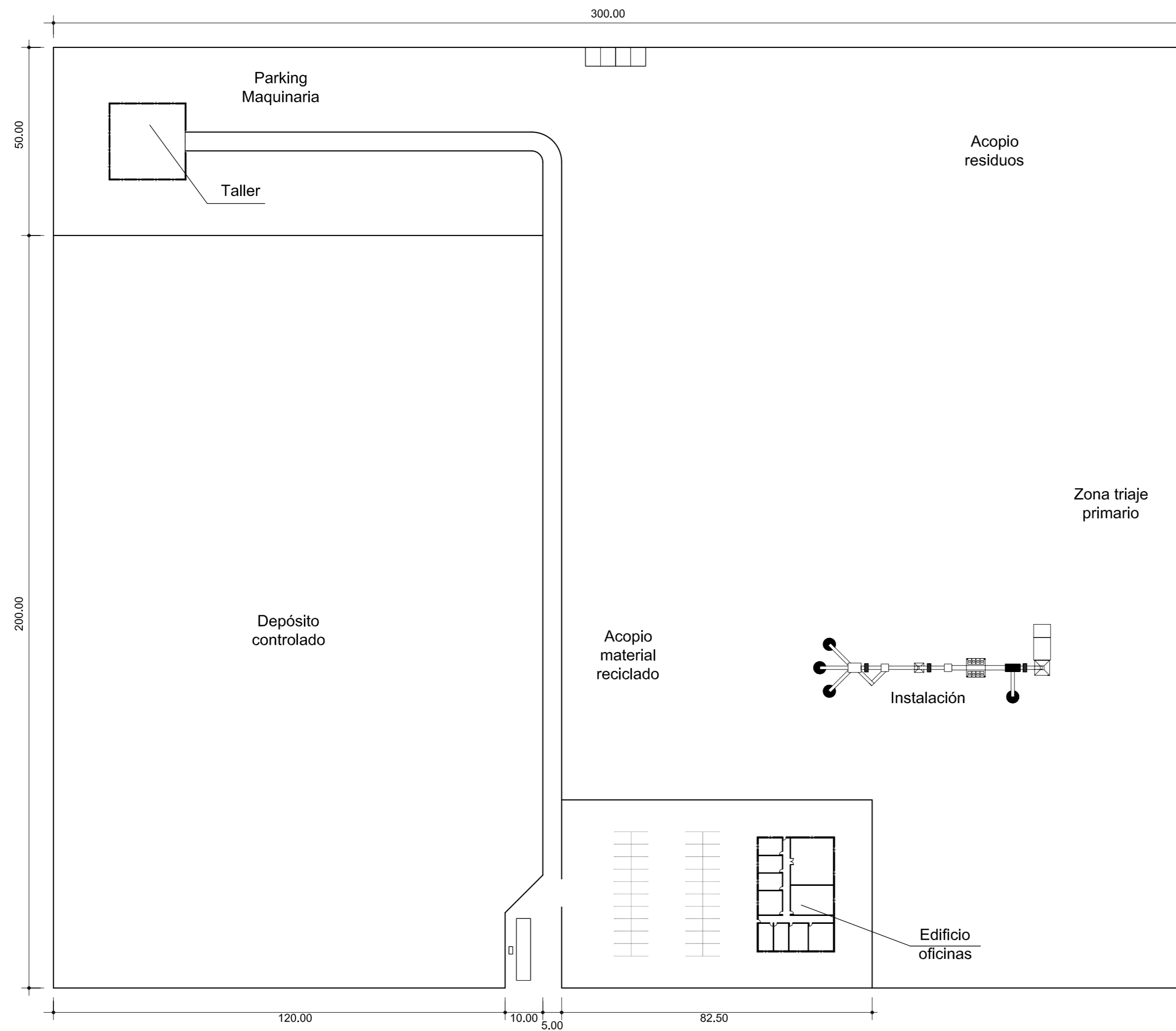
FIG. 11: ANGULO MÁXIMO INCLINACIÓN CINTAS TRANSPORTADORAS

MATERIAL	Estado y tamaño (m.m)	Peso específico T/m ³	Ángulos		Fluidez	Otras propiedades
			Reposo α	Inclin. máx en banda β		
CUARZO	Polvo	1,1-1,3	35°	20°		
CUARZO	50-75	1,35-1,50	35°	18°	Buena	
CUARCITA		2,8				
DOLOMIA	Piedras	2,0				
DOLOMIA	Triturada	1,3-1,6	30°-45°	22°	Normal	Abrasiva
DOLOMIA para fabricación de vidrio		1,2				
DOLOMIA	Pulverizada	0,75	41°	17°	Normal	Abrasiva
ESCORIA de Alto Horno triturada	3-10	1,3-1,4	30°	10°	Buena	Muy abrasiva
ESCORIA granulada	Seca 3-10	0,9-1,1	30°	16°	Buena	Muy abrasiva
ESCORIA granulada	Húmeda 3-10	1,4-1,6	45°	20°-22°	Mala	Muy abrasiva
GRANITO cribado	10	1,3-1,4	40°	20°	Normal	Muy abrasivo
GRANITO cribado	10-150	1,4-1,5	35°	18°	Normal	Muy abrasivo
HORMIGON con grava		1,8		18°		
GRAVA extraída de gravera	Húmeda 10-75	1,5-1,7	32°	20°	Normal	Muy abrasiva
GRAVA extraída de gravera	Seca y lavada	1,4-1,6	35°	16°	Normal	Muy abrasiva
GRAVA	Guljarros	1,4-1,6	30°	12°	Normal	Abrasiva
HARINA DE CRUDO (Raw meal)		0,6-0,9	0-10°	10°	Normal	No abrasivo
HORMIGON con caliza		2,0-2,2		10°		
LADRILLOS	Escombr.	1,7-2,1	35°	18°	Normal	Muy abrasiva
MORTERO húmedo		2,4		20°		
MARMOL triturado	10	1,2-1,5	30°-45°	15°	Normal	Muy abrasivo
MARGA recién excavada		1,3-1,4	30°-45°	17°		
TIERRA margosa	Seca	1,2-1,3	35°	20°	Normal	
TIERRA margosa	Húmeda	1,7-1,8	45°	22°	Mala	

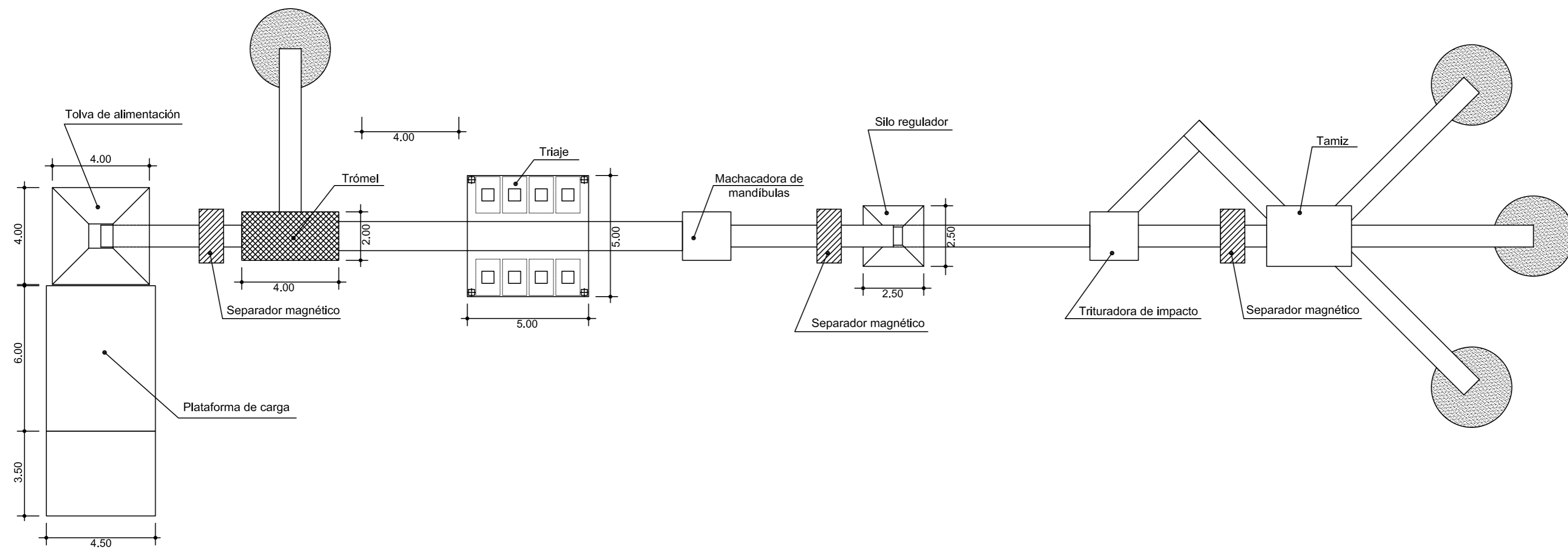
FIG. 11: ANGULO MÁXIMO INCLINACIÓN CINTAS TRANSPORTADORAS

MATERIAL A TRANSPORTAR	B (m m)	v (m/seg)
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2,62
	650 y 800	3,35
	1.000 y 1.200	4,19
	1.400 a 2.400	5,24
Carbón, arcilla compactada, minerales blandos y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2,09
	650 a 1.000	3,35
	1.200 a 1.600	4,19
	1.800 a 2.400	5,24
Minerales con aristas vivas, duros y pesados, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	1,68
	650 y 800	2,09
	1000 a 2400	3,35
Arena de fundición preparada o apelmazada	Cualquier ancho	1,05-1,68
Materiales no abrasivos (Productos de origen vegetal, fertilizantes)	Cualquier ancho	1,31 a 2,09
Bandas extractoras, planas o en artesa, con materiales finos no abrasivos o medianamente abrasivos (de silos o tolvas)	Cualquier ancho	0,3 a 0,6

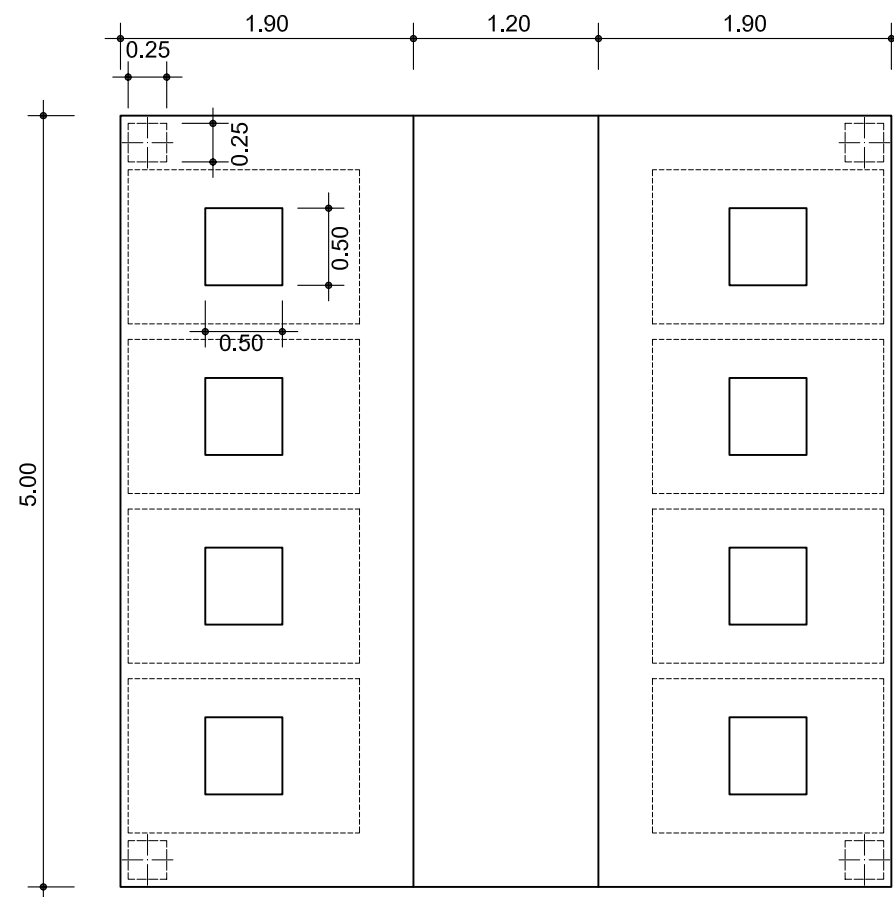
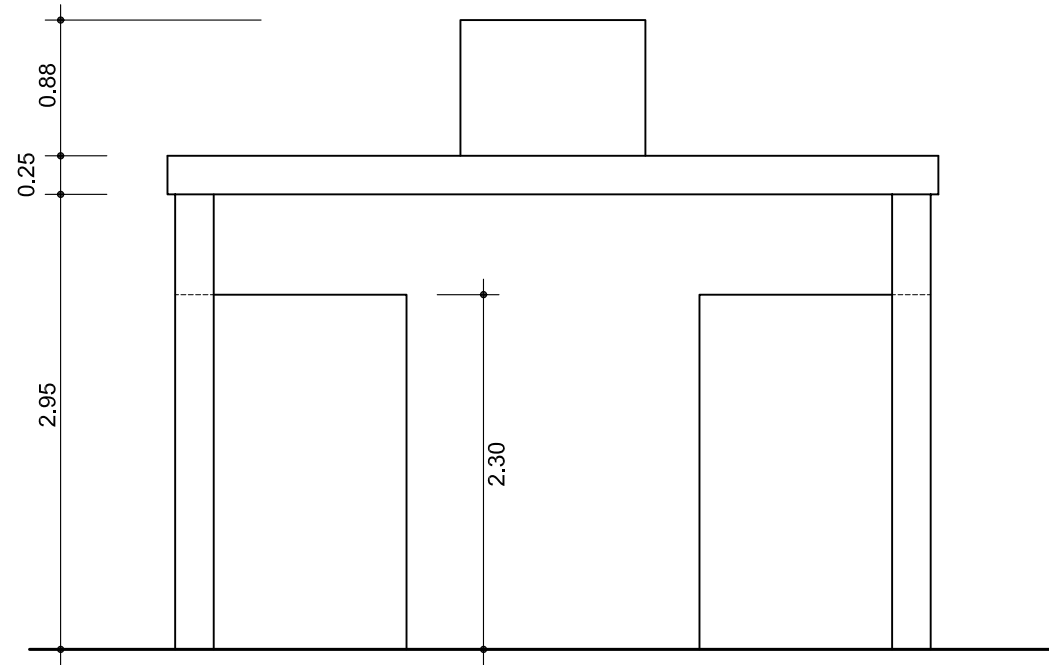
FIG. 12: VELOCIDADES MÁXIMAS DE LA BANDA EN FUNCIÓN DEL MATERIAL A TRANSPORTAR



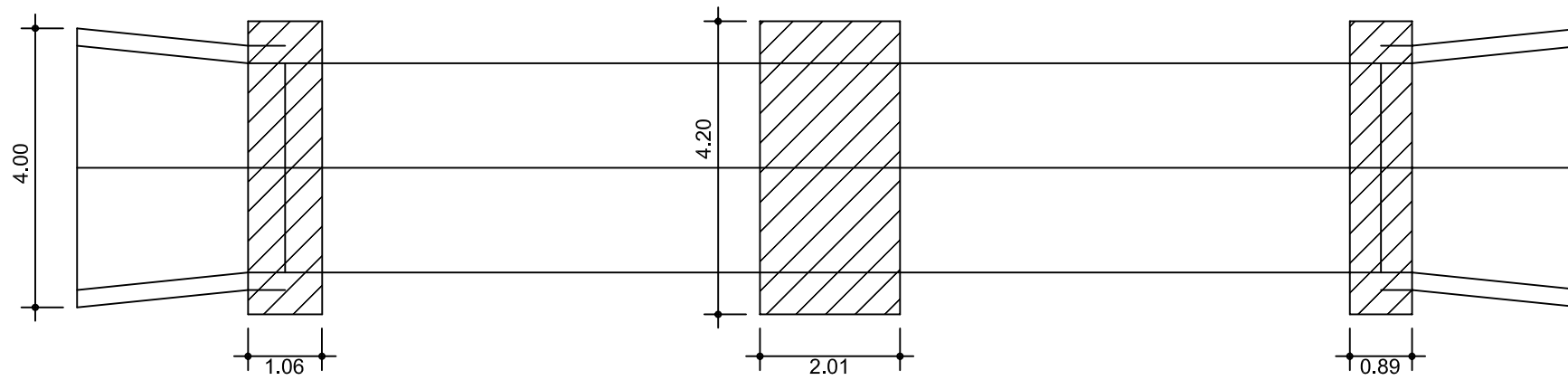
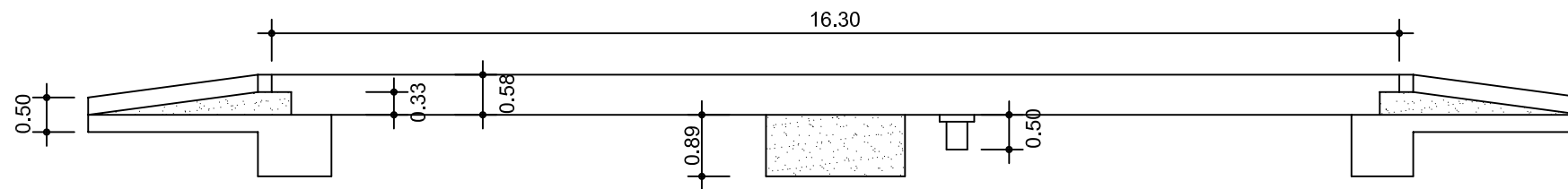
Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios			
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/1.000	Plano N°: 1	Vista general de la planta	



Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios			
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/150	Plano N°: 2	Distribución en planta de los equipos	

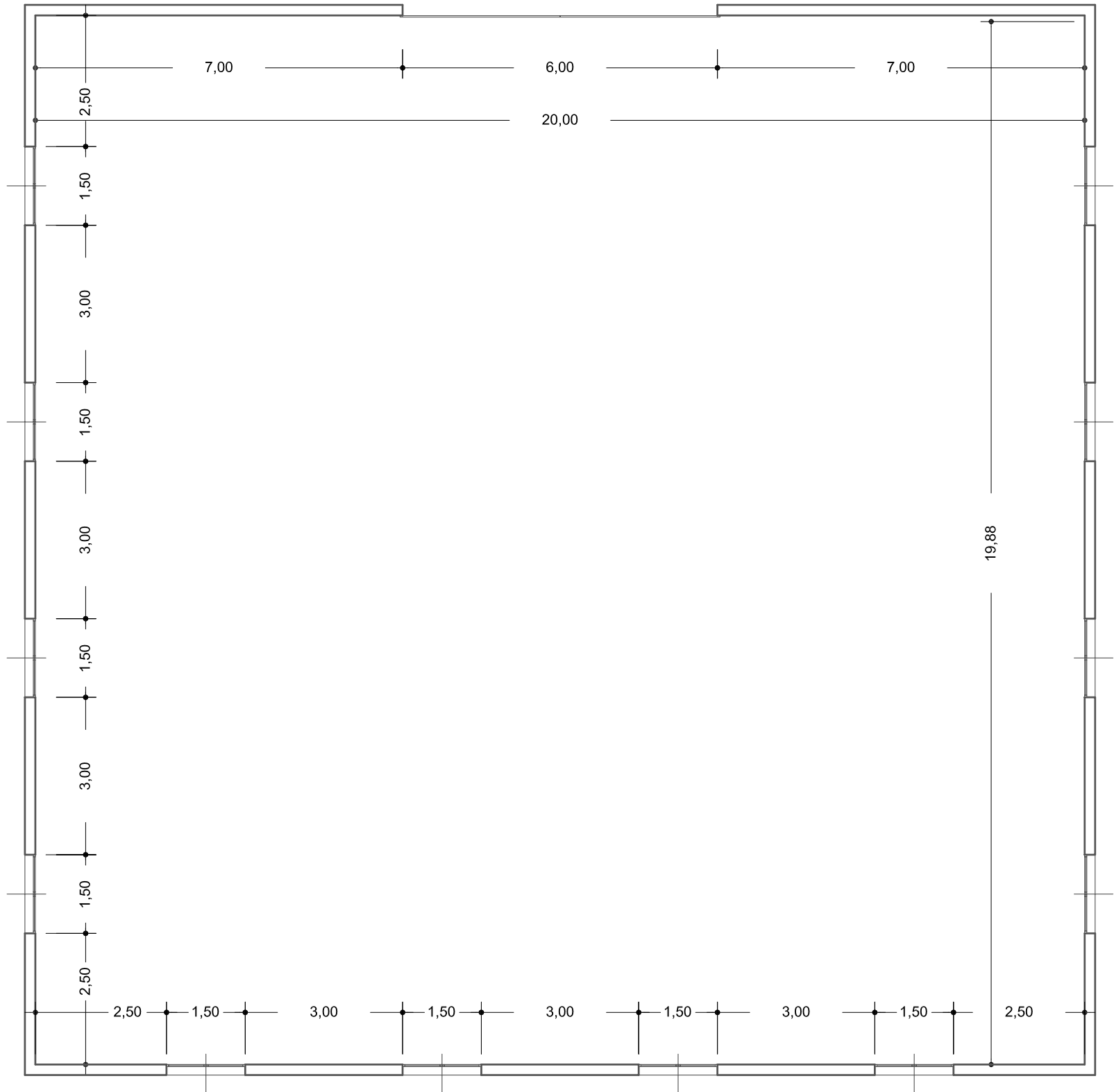


Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios			
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/50	Plano N°: 3	Puestos de triaje	

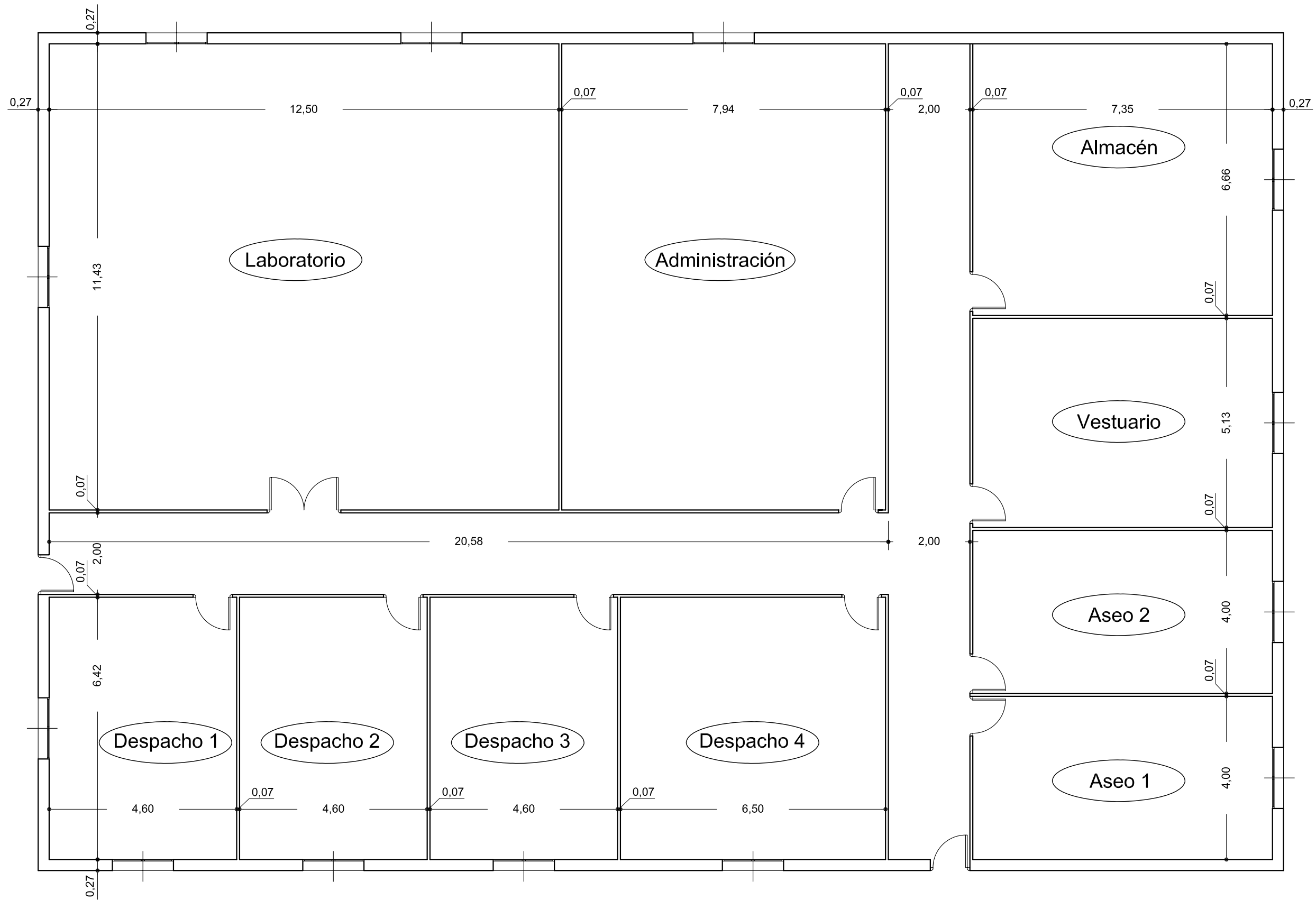


Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/100	Plano N°: 4	Báscula	



Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios			
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/100	Plano Nº: 5	Nave taller	



Propuesta para una instalación fija de tratamiento de los residuos de la construcción y demolición de edificios

	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	Marzo 2006	José Manuel García Moreno	
Escala: 1/100	Plano N°: 6	Servicios y oficinas	

DISPOSICIONES GENERALES

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las condiciones fijadas en el presente **PLIEGO DE CONDICIONES** serán de aplicación en la ejecución de las obras del proyecto.

2. ALCANCE

En todos los artículos del presente Pliego se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos, en cuanto no se opongan a los establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale el Director de las obras.

3. RELACIONES ENTRE LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTRATISTA

3.1. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS

El facultativo de la Administración, Director de obra, en lo sucesivo "Director", es la persona, con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

Para el desempeño de su función, podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán, junto con el Director, la Dirección de la obra, en lo sucesivo "Dirección".

Los componentes de la Dirección, serán comunicados por la Administración al Contratista, antes de la fecha de la Comprobación del Replanteo.

3.2. FUNCIONES DEL DIRECTOR

Las funciones del Director en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- a) Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales, con la facultad de controlar totalmente la ejecución de la obra.

- b) Cuidar que la ejecución de las obras se realice con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, así como del cumplimiento del Programa de Trabajos.

- c) Definir aquellas condiciones técnicas que este Pliego dejan a su decisión.

- d) Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.

- e) Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso las propuestas correspondientes.

- f) Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y medios de la obra.

- g) Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.

- h) Participar en las Recepciones Provisional Y Definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

3.3. FACILIDADES A LA DIRECCIÓN

El contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

El contratista proporcionará a la Dirección toda clase de facilidades para practicar replanteos, reconocimientos y pruebas de los materiales y de su preparación, y para llevar a cabo la inspección y vigilancia de la obra y de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego de Condiciones, facilitando en todo momento el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a las fabricas y talleres donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras, para lo cual deberá hacer constar este requisito en los contratos y pedidos que realice con sus suministradores.

3.4. INSPECCIÓN A LAS OBRAS

Corresponde la función de inspección de las obras a los superiores jerárquicos del Director dentro de la organización de la Administración.

El Contratista otorgará a la inspección las mismas facilidades que obligatoriamente debe dar a la Dirección para el desempeño de sus funciones.

3.5. CONTRATISTA Y SU PERSONAL DE OBRA

Se entiende por Contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Delegado de obra del Contratista, en lo sucesivo "Delegado", a la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Administración, con capacidad suficiente para:

- a) Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- b) Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- c) Proponer a ésta o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

La Administración, cuando por complejidad y volumen de la obra, así haya sido establecido en este Pliego de Condiciones, podrá exigir que el Delegado tenga la titulación profesional adecuada a la naturaleza de las obras, y que el Contratista designe, además, el personal facultativo necesario bajo la dependencia de aquél.

Antes de la iniciación de las obras, el Contratista presentará por escrito al Director la relación nominal y la titulación del personal facultativo, que a las órdenes de su Delegado, será responsable directo de los distintos trabajos o zonas de la obra.

El nivel técnico y la experiencia de este personal serán los adecuados, en cada caso, a las funciones que le hayan sido encomendadas en coincidencia con lo ofrecido por el Contratista en la proposición aceptada por la Administración en la adjudicación del contrato de obras.

El contratista dará cuenta al Director de los cambios que tengan lugar durante el tiempo de vigencia del contrato.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de obras podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos. órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

3.6. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA

El Contratista está obligado a comunicar a la Administración en un plazo de quince días (15) contados a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, su residencia, o la de su Delegado, a todos los efectos derivados de la ejecución de aquella.

Desde que comiencen las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o su Delegado, deberá residir en el lugar indicado y, en caso de ausencia, quedará obligado a comunicar fehacientemente a la Dirección la persona que designe para sustituirle.

3.7. OFICINA DE OBRA DEL CONTRATISTA

En los casos en que la Dirección lo estime oportuno, el Contratista deberá instalar, antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado previa conformidad del Director.

El Contratista deberá necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto o Proyectos base del contrato y el Libro de Ordenes; a tales efectos, la Administración suministrará a aquél una copia de aquellos documentos antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación del Replanteo.

El Contratista no podrá proceder al cambio o traslado de la oficina de obra sin previa autorización de la Dirección.

3.8. LIBRO DE ORDENES

El Libro de Ordenes será diligenciado previamente por el Departamento a que esté adscrita la obra, se abrirá en la fecha de Comprobación del Replanteo y se cerrará en la Recepción Definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección, que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas autorizándolas con su firma.

Efectuada la Recepción Definitiva, el Libro de Ordenes pasará a poder de la Administración, si bien podrá ser consultado, en todo momento, por el Contratista.

3.9. ORDENES AL CONTRATISTA

Se hará constar en el Libro de Ordenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

El Contratista se atenderá en el curso de la ejecución de las obras a las órdenes e instrucciones que le sean dadas por la Dirección, que se le comunicarán por escrito y duplicado, debiendo el Contratista, devolver una copia con la firma del "Enterado".

Cuando el Contratista estime que las prescripciones de una orden sobrepasan las obligaciones del contrato, deberá presentar la observación escrita y justificada en un plazo de ocho (8) días, pasado el cual no será atendible. La reclamación no suspende la ejecución de la orden de servicio, a menos que sea decidido lo contrario por el Director.

Sin perjuicio de las disposiciones precedentes, el Contratista ejecutará las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos, órdenes de servicio, y, en su caso, a los modelos que le sean suministrados en el curso del contrato.

El Contratista está obligado a aceptar las prescripciones escritas que señale la Dirección, aunque supongan modificación o anulación de órdenes precedentes, o alteración de planos previamente autorizados o de su documentación aneja.

El Contratista carece de facultades para introducir modificaciones en el Proyecto de las obras contratadas, en los planos de detalle autorizados por la Dirección, o en las órdenes que le hayan sido comunicadas. A requerimiento del Director, el Contratista estará obligado, a su cargo, a sustituir los materiales indebidamente empleados y a la demolición y reconstrucción de las obras ejecutadas en desacuerdo con las órdenes o los planos autorizados.

Si la Dirección estimase que ciertas modificaciones hechas bajo la iniciativa del Contratista son aceptables, las nuevas disposiciones podrán ser mantenidas, pero entonces el Contratista no tendrá derecho a ningún aumento de precios, tanto por dimensiones mayores como por un mayor valor de los materiales empleados. En este caso, las mediciones se basarán en las dimensiones fijadas en los planos y órdenes. Si, por el contrario, las dimensiones son menores o el valor de los materiales es inferior, los precios se reducirán proporcionalmente.

3.10. OBLIGACIONES GENERALES DEL CONTRATISTA

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar, a su cargo y bajo su responsabilidad, las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director.

A este respecto, es obligación del Contratista:

- a) Limpiar todos los espacios interiores y exteriores de la obra de escombros, materiales sobrantes, restos de materiales, desperdicios, basuras, chatarra, andamios y de todo aquello que impida el perfecto estado de la obra y sus inmediaciones.

- b) Proyectar, construir, equipar, operar, mantener, desmontar y retirar de la zona de la obra las instalaciones necesarias para la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales, de sus oficinas e instalaciones, así como para el drenaje de las áreas donde estén ubicadas y de las vías de acceso.

- c) En caso de heladas o de nevadas, adoptar las medidas necesarias para asegurar el tránsito de vehículos y peatones en las carreteras, caminos, sendas, plataformas, andamios y demás accesos y lugares de trabajo, que no hayan sido cerrados eventualmente en dichos casos.

- d) Retirar de la obra las instalaciones provisionales, equipos y medios auxiliares en el momento en que no sean necesarios.

- e) Adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para que la obra, durante su ejecución, y sobre todo, una vez terminada, ofrezca un buen aspecto, a juicio de la Dirección.

- f) Establecer y mantener las medidas precisas, por medio de agentes y señales, para indicar el acceso a la obra y ordenar el tráfico en la zona de obras, especialmente en los puntos de posible peligro, tanto en dicha zona como en sus lindes e inmediaciones.

g) Llevar a cabo la señalización en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, bajo su propia responsabilidad, y sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director.

h) Cuando dicha señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de otros organismos públicos, el Contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan las normas del organismo público al que se encuentre afecta la instalación. siendo de cuenta del Contratista, además de los gastos de señalización, los del organismo citado en ejercicio de las facultades inspectoras que sean de su competencia.

En caso de conflictos de cualquier clase, que pudieran implicar alteraciones de orden público, corresponderá al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las Autoridades competentes y convenir con ellas la disposición de las medidas adecuadas para evitar dicha alteración, manteniendo al Director debidamente informado.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo establecido en el presente Artículo serán de cuenta del Contratista por lo que no serán de abono directo, esto es, se considerarán incluidos en los precios del Contrato.

4. OBLIGACIONES SOCIALES, LABORALES Y ECONÓMICAS

4.1. CONTRATACIÓN DE PERSONAL

El Contratista deberá disponer, a pie de obra, del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de

detalle, para ejecutar los replanteos que le correspondan y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en este Pliego.

El Director podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos, o realice actos que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación del personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales o tajos.

4.2. OBLIGACIONES SOCIALES Y LABORALES DEL CONTRATISTA

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad e higiene en el trabajo.

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad e higiene en el trabajo y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico asignado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Administración.

En cualquier momento, el Director podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la seguridad social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto de contrato.

4.3. SEGURIDAD E HIGIENE

El Contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos y está obligado a adoptar y hacer cumplir las disposiciones vigentes sobre esta materia, las medidas y normas que dicten los organismos competentes, las exigidas en este Pliego y las que fije o sancione el Director.

El Contratista es responsable y deberá adoptar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas que transiten por la zona de obras y las proximidades afectadas por los trabajos a él encomendados. En particular, prestará especial atención a la seguridad del tráfico rodado, a las voladuras, a las líneas eléctricas, y a las grúas y máquinas cuyo vuelo se efectúe sobre zonas de tránsito o vías de comunicación.

4.4. OBJETOS HALLADOS EN LAS OBRAS

La Administración se reserva la propiedad de los objetos de arte, antigüedades, monedas y, en general, objetos de todas clases que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en terrenos de su propiedad o expropiados para la ejecución de la obra, sin perjuicio de los derechos que legalmente corresponden a los terceros.

El Contratista tiene la obligación de emplear todas las precauciones que para la extracción de tales objetos, le sean indicadas por la Dirección y derecho a que se le abone el exceso de gasto que tales trabajos le causen.

El Contratista está también obligado a advertir a su personal de los derechos de la Administración sobre este extremo, siendo responsable

subsidiario de las sustracciones o desperfectos que pueda ocasionar el personal empleado en la obra.

En el supuesto de que durante las excavaciones se encontraran restos arqueológicos se interrumpirán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección. En el plazo más perentorio posible, y previo los correspondientes asesoramientos, el director confirmará o levantará la interrupción.

4.5. SERVIDUMBRES Y PERMISOS

El Contratista está obligado a mantener provisionalmente durante la ejecución de la obra y a reponer a su finalización todas aquellas servidumbres que se relacionen en los documentos del proyecto.

Tal relación podrá ser rectificada como consecuencia de la comprobación del replanteo o de necesidades surgidas durante su ejecución.

Son de cuenta del Contratista los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de tales servidumbres.

En cualquier caso, se mantendrán, durante la ejecución de las obras, todos los accesos a las viviendas y fincas existentes en la zona afectada por las obras.

El Contratista deberá obtener, con antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Programa de Trabajo, todos los permisos que se precisen para la ejecución de las obras. Las cargas, tasas, impuestos y demás gastos derivados de la obtención de estos permisos, serán siempre a cuenta del Contratista. Asimismo, abonará a su costa todos los

cánones para la ocupación temporal de terrenos para instalaciones, explotación de canteras, préstamos o vertederos, y obtención de materiales.

El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya solicitado el permiso.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo preceptuado en el presente Artículo serán de cuenta del Contratista y no serán de abono directo.

4.6. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

El Contratista realizará a su costa y entregará una (1) copia en color de tamaño veinticuatro por dieciocho centímetros (24x18 cm) de una colección de como mínimo seis (6) fotografías de las obras tomadas la mitad antes de su comienzo y las restantes después de su terminación.

Asimismo, el Contratista realizará a su costa y entregará una (1) copia en color de tamaño veinticuatro por dieciocho centímetros (24x18 cm) de una colección de como mínimo cuatro (4) fotografías de la obra ejecutada en cada mes.

Los negativos de estas fotografías serán también facilitados por el Contratista al Director para su archivo en la Administración.

El Director podrá si las características de las obras lo aconsejan, ampliar el número de fotografías anteriormente indicado.

4.7. CARTELES DE OBRA

Será de cuenta del Contratista la confección e instalación de los carteles de obra de acuerdo con los modelos y normas de la Administración.

El número de los carteles a instalar y las normas vigentes para la confección lo indicará el Director de las obras.

5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

5.1. PLANOS A SUMINISTRAR POR LA ADMINISTRACIÓN

Los planos a suministrar por la Administración se pueden clasificar en planos de contrato y planos complementarios.

Son planos del contrato los planos del proyecto y los que figuren como tales en los documentos de adjudicación o de formalización del contrato, que definen la obra a ejecutar al nivel del detalle posible en el momento de la licitación.

Son planos complementarios los que el Director entrega al Contratista durante la ejecución de las obras, necesarios para desarrollar aspectos no definidos en los planos del contrato, así como de las modificaciones de estos planos a efectos de completar detalles, para adaptarlos a las condiciones reales de la obra, o con otros fines.

El Contratista deberá revisar todos los planos que le hayan sido facilitados por la Administración y comprobar sus cotas, inmediatamente después de

recibidos. Deberá informar al Director sobre cualquier error o contradicción en los planos con tiempo suficiente para que éste pueda aclararla. El Contratista será responsable de las consecuencias de cualquier error que pudiera haberse subsanado mediante una adecuada revisión.

5.2. PLANOS A SUMINISTRAR POR EL CONTRATISTA

El Director, deberá especificar las instalaciones y obras auxiliares de las que el Contratista deberá entregar planos detallados, estudios y los datos de producción correspondientes para su debida aprobación si procede.

El Contratista someterá a la aprobación del Director, antes de iniciar la fabricación o adquisición, los planos de conjunto y los dibujos de catálogo o de ofertas comerciales, de las instalaciones y equipos mecánicos o eléctricos que debe suministrar según el contrato, y deberá proporcionar al Director un ejemplar de todos los manuales de instalación, funcionamiento y mantenimiento de estos equipos e instalaciones, sin costo alguno para la Administración.

El Contratista está obligado a presentar para su aprobación los planos, las prescripciones técnicas y la información complementaria para la ejecución y el control de los trabajos que hayan de ser realizados por algún subcontratista especializado, tales como sondeos, inyecciones, cimentaciones indirectas, trabajos subacuáticos, obras realizadas por procedimientos patentados y otros trabajos de tecnología especial.

Todos los planos y documentos antes citados estarán escritos en idioma castellano. Si el original estuviera escrito en otro idioma deberá acompañarse de la correspondiente traducción al castellano.

5.3. CONTRADICCIONES, OMISIONES Y ERRORES

Los errores materiales que puedan contener el Proyecto o Presupuesto elaborado por la Administración no anularán el contrato, salvo que sean denunciados por cualesquiera de las partes dentro de dos (2) meses computados a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo y afecten, además, al importe del presupuesto de la obra, en el porcentaje que establezca el Contrato.

Caso contrario, los errores materiales sólo darán lugar a su rectificación, pero manteniéndose invariable la baja proporcional en la adjudicación.

En caso de contradicción entre los planos y este Pliego prevalecerá lo dispuesto en este último.

Lo mencionado en este Pliego y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el contrato.

Las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director o por el Contratista, antes de la iniciación de la obra, deberá reflejarse en el Acta de Comprobación del Replanteo con su posible solución.

Las omisiones en los planos y en el Pliego de Condiciones, las descripciones erróneas de los detalles constructivos de elementos indispensables para el buen funcionamiento y aspecto de la obra, de acuerdo con los criterios expuestos en dichos documentos, y que, por uso y costumbre deban ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de

ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los planos y en el Pliego de Condiciones.

5.4. CARÁCTER CONTRACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN

Obligatoriamente, tendrán carácter contractual los siguientes documentos del proyecto:

- a) **Los Planos.**
- b) **El Pliego de Condiciones.**
- c) **Los cuadros de precios.**

Asimismo, podrán tener carácter contractual el Acta de Comprobación del Replanteo y los plazos parciales que puedan haberse fijado al aprobar el Programa de Trabajo. Para ello, será necesario que dichos documentos sean aprobados por la Administración.

En caso de estimarse necesario durante la redacción del Proyecto el calificar de contractual cualquier otro documento del mismo, se hará constar así en el Pliego de Condiciones Administrativas estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales.

Los datos sobre informes geológicos y geotécnicos, reconocimientos, sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de ejecución de las obras, estudios de maquinaria, estudios de programación, de condiciones climáticas e hidrológicas y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la Memoria de los Proyectos, son documentos informativos.

Los documentos anteriormente indicados, representan una opinión de la Administración. Sin embargo, ello no supone que este se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran, y consecuencia, deben aceptarse tan solo como complemento de la información que el contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

En base a lo anterior, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato y a la ejecución de las obras.

6. COMIENZO DE LAS OBRAS

6.1. CONOCIMIENTO DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y sus alrededores y darse por enterado de la naturaleza del terreno, de las condiciones hidrológicas y climáticas, de la configuración y naturaleza del emplazamiento de las obras, de las cantidades y naturaleza de los trabajos a realizar y de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, de los accesos al emplazamiento, de toda la información necesaria, en lo relativo a los riesgos, contingencias y demás factores y circunstancias que puedan incidir en la ejecución y en el coste de las obras.

Ningún defecto o error de interpretación que pudiera contener o surgir del uso de documentos, estudios previos, informes técnicos o suposiciones establecidas en el Proyecto y en general de toda información adicional suministrada a los licitadores por la Administración, o procurada por éstos

directamente, relevará al contratista de las obligaciones dominantes del contrato.

A menos que se establezcan explícitamente lo contrario, el Contratista no tendrá derecho a eludir sus responsabilidades ni a formular reclamación alguna que se funde en datos o antecedentes del Proyecto que puedan resultar equivocados o incompletos.

6.2. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

El Acta de Comprobación del Replanteo reflejará los siguientes extremos:

- 1.- La conformidad o disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del Proyecto.
- 2.- Especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra.
- 3.- Especial y expresa referencia a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios.
- 4.- Las contradicciones, errores u omisiones que se hubieran observado en los documentos contractuales de Proyecto.
- 5.- Cualquier otro punto que pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos derivados de la Comprobación del Replanteo.

El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Ordenes.

La Comprobación del Replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos o partes de la obra y los ejes principales de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

6.3. PROGRAMA DE TRABAJO

El Contratista estará obligado a presentar un Programa de Trabajo, en las condiciones que se indican más adelante.

El Programa de Trabajo deberá proporcionar la siguiente información:

1.- Estimación en días calendario de los tiempos de ejecución de las distintas actividades, incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de las distintas partes o clases de obra definitiva.

2.- Valoración mensual de la obra programada.

El Programa de Trabajo incluirá todos los datos y estudios necesarios para la obtención de la información anteriormente indicada, debiendo ajustarse tanto la organización de la obra como los procedimientos, calidades y rendimientos a los contenidos en la oferta, no pudiendo en ningún caso ser de inferior condición a la de éstos.

El Programa de Trabajo habrá de ser compatible con los plazos parciales establecidos por el Director de las obras y tendrá las holguras convenientes para hacer frente a aquellas incidencias de obra que, sin ser de posible

programación, deben ser tenidas en cuenta en toda obra según sea la naturaleza de los trabajos y la probabilidad de que se presenten.

Los gráficos de conjunto del Programa de trabajo serán diagramas de barras que se desarrollarán por los métodos PERT, CPM o análogos, según indique el Director.

El Programa de Trabajo deberá tener en cuenta el tiempo que la Dirección precise para proceder a los trabajos de replanteo y a las inspecciones, comprobaciones, ensayos y pruebas que le correspondan.

El Programa de Trabajo debe presentarse al Director en el plazo de un (1) mes desde el día siguiente a aquel en que tuviere lugar la firma del Acta de Comprobación del Replanteo.

El Director resolverá sobre el programa presentado dentro de los treinta (30) días siguientes a su presentación. La resolución puede imponer al Programa de Trabajo presentado la introducción de modificaciones o el cumplimiento de determinadas prescripciones, siempre que no contravengan las cláusulas del contrato. En particular, el Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales que la Administración fije a la vista del Programa de Trabajo, conforme previene el Artículo 3.5.4 del presente Pliego de Condiciones.

El Director podrá acordar el no dar curso a las certificaciones de obra hasta que el Contratista haya presentado en debida forma el Programa de Trabajo cuando éste sea obligatorio, sin derecho a intereses de demora, en su caso, por retraso en el pago de estas certificaciones.

El Programa de Trabajo será revisado cada trimestre por el Contratista y cuantas veces sea éste requerido para ello por la Dirección debido a causas que el Director estime suficientes. En caso de no precisar modificación, el Contratista lo comunicará mediante certificación suscrita por su Delegado.

El Contratista se someterá a la instrucciones y normas que dicte el Director, tanto para la redacción del Programa inicial como en las sucesivas revisiones y actualizaciones. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en el contrato.

Todos los gastos que originase el cumplimiento del presente Artículo, están incluidos en los precios del contrato, por lo que no serán objeto de abono independiente.

7. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

7.1. REPLANTEOS

El Director comprobará los replanteos efectuados por el Contratista y éste no podrá iniciar la ejecución de ninguna obra o parte de ella, sin haber obtenido del Director la correspondiente aprobación del replanteo.

La aprobación por parte del Director de cualquier replanteo efectuado por el Contratista, no disminuirá la responsabilidad de éste en la ejecución de las obras, de acuerdo con los planos y con las prescripciones establecidas en este Pliego de Condiciones.

Los perjuicios que ocasionasen los errores de los replanteos realizados por el Contratista, deberán ser subsanados a cargo de éste, en la forma que indicare el Director.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, aparatos y equipos de topografía, personal técnico especializado y mano de obra auxiliar, necesarios para efectuar los replanteos a su cargo y materializar los vértices, bases, puntos y señales niveladas. Todos los medios materiales y de personal

citados tendrán cualificación adecuada al grado de exactitud de los trabajos topográficos que requiera cada una de las fases del replanteo y el grado de tolerancias geométricas fijado por el Director, de acuerdo con las características de la obra.

En las comprobaciones del replanteo que la Dirección efectúe, el Contratista, a su costa, prestará la asistencia y ayuda que el Director requiera, evitará que los trabajos de ejecución de las obras interfieran o entorpezcan las operaciones de comprobación y, cuando sea indispensable, suspenderá dichos trabajos, sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna.

En los replanteos que realice directamente la Administración y para las comprobaciones de los replanteos que realice el Contratista, éste proveerá a su costa la mano de obra, los materiales y medios auxiliares para la ejecución de los pilares de triangulación, hitos, señales y demás puntos topográficos a materializar en el terreno.

El Contratista ejecutará a su costa los accesos, sendas, escalas, pasarelas y andamios necesarios para la realización de todos los replanteos, tanto los efectuados por el mismo como por la Administración, para las comprobaciones de los replanteos y para la materialización de los puntos topográficos citados anteriormente.

El Contratista será responsable de la conservación, durante el tiempo de vigencia del contrato, de todos los puntos topográficos materializados en el terreno y señales niveladas, debiendo reponer, a su costa, los que por necesidad de ejecución de las obras o por deterioro, hubieran sido movidos o eliminados, por lo que comunicará por escrito al Director, y éste dará las instrucciones oportunas y ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

7.2. ACCESO A LAS OBRAS

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta y riesgo del Contratista, todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares para transporte, tales como carreteras, caminos, sendas, pasarelas, planos inclinados, montacargas para el acceso de personas, transporte de materiales a la obra, etc.

Estas vías de comunicación e instalaciones auxiliares serán gestionadas, proyectadas, construidas, conservadas, mantenidas y operadas, así como demolidas, desmontadas, retiradas, abandonadas o entregadas para usos posteriores por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista deberá obtener de la Autoridad competente las oportunas autorizaciones y permisos para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de Carácter público como privado.

La Administración se reserva el derecho de que determinadas carreteras, caminos, sendas, rampas y otras vías de comunicación construidas por cuenta del Contratista, puedan ser utilizadas gratuitamente por si mismo o por otros contratistas para la realización de trabajos de control de calidad, auscultación, reconocimientos y tratamientos de terreno, sondeos, inyecciones, anclajes, cimentaciones indirectas, obras especiales, montaje de elementos metálicos, mecánicos, eléctricos y de otros equipos de instalación definitiva.

La Administración se reserva el derecho a que aquellas carreteras, caminos, sendas e infraestructuras de obra civil de instalaciones auxiliares de transporte, que el Director considere de utilidad para la explotación de la obra definitiva o para otros fines que la Administración estime conveniente, sean entregadas por

el Contratista al término de su utilización por éste, sin que por ello el Contratista haya de percibir abono alguno.

7.3. ACCESO A LOS TAJOS

El presente Artículo se refiere a aquellas obras auxiliares e instalaciones que, además de las indicadas en el Artículo 7.5 de éste Pliego de Condiciones, sean necesarias para el acceso del personal y para el transporte de materiales y maquinarias a los frentes de trabajo o tajos, ya sean de carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de la obras.

La Dirección se reserva el derecho para sí mismo y para las personas autorizadas por el Director, de utilizar todos los accesos a los tajos constituidos por el Contratista, ya sea para las funciones a aquella encomendadas, como para permitir el paso de personas y materiales necesarios para el desarrollo de los trabajos.

El Director podrá exigir la mejora de los accesos a los tajos o la ejecución de otros nuevos, si así lo estima necesario, para poder realizar debidamente la inspección de las obras.

Todos los gastos de proyecto, ejecución, conservación y retirada de los accesos a los tajos, serán de cuenta del Contratista no siendo por tanto, de abono directo.

7.4. TELECOMUNICACIONES

El Director fijará el sistema básico de telecomunicaciones de la obra que será instalado, mantenido y explotado por el Contratista.

El sistema básico de telecomunicaciones podrá incluir un servicio telefónico operable durante las veinticuatro (24) horas del día y aparatos telefónicos en las áreas de trabajo de mayor importancia, incluyendo todas las oficinas, almacenes, talleres, laboratorios, plantas de hormigón y servicios de primeros auxilios, así como cualquier otro lugar donde se desarrollen actividades importantes o se ubiquen servicios esenciales.

Todos los gastos derivados de lo establecido en el presente Artículo serán de cuenta del Contratista.

7.5. INSTALACIONES AUXILIARES DE OBRAS Y OBRAS AUXILIARES

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares, necesarias para la ejecución de las obras definitivas.

Su coste es de cuenta del Contratista, por lo que no serán objeto de abono al mismo.

Se considerarán instalaciones auxiliares de obra las que, sin Carácter limitativo, se indican a continuación:

a) Oficinas y Laboratorios de la Dirección.

b) Instalaciones de transporte, transformación y distribución de energía eléctrica y de alumbrado.

- c) Instalaciones telefónicas y de suministro de agua potable e industrial.
- d) Instalaciones para servicios del personal.
- e) Instalaciones para los servicios de seguridad y vigilancia.
- f) Oficinas, laboratorios, almacenes, talleres y parques del Contratista.
- g) Cualquier otra instalación que el Contratista necesite para la ejecución de la obra.

Se considerarán como obras auxiliares las necesarias para la ejecución de las obras definitivas que, sin Carácter limitativo, se indican a continuación:

- a)Obras para el desvío de corrientes de aguas superficiales, tales como ataguías, canalizaciones, encauzamientos, etc.
- b)Obras de drenaje, recogida y evacuación de las aguas en las zonas de trabajo.
- c)Obras de protección y defensa contra inundaciones.
- d)Obras para agotamientos o para rebajar el nivel freático.
- e) Entibaciones, sostenimientos y consolidación del terreno en obras a cielo abierto y subterráneas.
- f) Obras provisionales de desvío de la circulación de personas o vehículos, requeridas para la ejecución de las obras objeto del Contrato.

Durante la vigencia del Contrato, serán de cuenta y riesgo del Contratista el funcionamiento, la conservación y el mantenimiento de todas las instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares.

7.6. MATERIALES

Los materiales que hayan de constituir parte integrantes de las unidades de la obra definitiva, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que total o parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionales como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Pliego de Condiciones.

El Director definirá, de conformidad con la normativa oficial vigente, las características de aquellos materiales para los que no figuren especificaciones correctas en este Pliego de Condiciones de forma que puedan satisfacer las condiciones de funcionalidad y de calidad de la obra a ejecutar establecidas en contrato.

El Contratista notificará a la Dirección con la suficiente antelación la procedencia y características de los materiales que se propone utilizar a fin de que la Dirección determine su idoneidad.

La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para que el Contratista pueda iniciar el acopio de los materiales en la obra, sin perjuicio de la potestad de la Administración, para comprobar en todo momento de manipulación, almacenamiento o acopio que dicha idoneidad se mantiene.

Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso.

Si el Pliego de Condiciones fijara la procedencia concreta para determinados materiales naturales, el Contratista estará obligado a obtenerlos de esta procedencia.

Si durante las excavaciones de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos, la Dirección podrá autorizar el cambio de procedencia.

En los casos en que el Pliego de Condiciones no fijara determinadas zonas o lugares apropiados para la extracción de materiales a emplear en la ejecución de las obras el Contratista los elegirá bajo su única responsabilidad y riesgo.

Los productos industriales de empleo en la obra se determinaran por sus calidades y características, sin poder hacer referencia a marcas, modelos o denominaciones específicas.

Si en los documentos contractuales figurase alguna marca de un producto industrial para designar a este, se entenderá que tal mención se constriñe a las calidades y características de dicho producto, pudiendo el Contratista utilizar productos de otra marca o modelo que tengan las mismas.

El Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos industriales y equipos identificados por marcas o patentes.

Si la Dirección considerase que la información no es suficiente, el Director podrá exigir la realización, a costa del contratista, de los ensayos y pruebas que estime convenientes. Cuando se reconozca o demuestre que los materiales o equipos no son adecuados para su objeto, el Contratista los reemplazará, a su costa, por otros que cumplan satisfactoriamente el fin a que se destinan.

7.7. ENSAYOS Y RECEPCIÓN DE MATERIALES

Previamente a la ejecución de la obra deberá desarrollarse un Programa del Control de Calidad de la misma, de acuerdo con sus características particulares.

Servirá de base para su confección lo indicado al respecto en el presente Pliego de Condiciones.

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o acopiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de la obras, mediante las pruebas y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan las prescripciones establecidas.

De cada uno de los materiales a ensayar, analizar o probar, el Contratista suministrara a sus expensas las muestras que en cantidad, forma, dimensiones y características establezca el Programa de Control.

Asimismo, el Contratista está obligado a suministrar a su costa los medios auxiliares necesarios para la obtención de las muestras, su manipulación y transporte.

7.8. ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

El Contratista debe instalar en la obra y por su cuenta los almacenes precisos para asegurar la conservación de los materiales, evitando su destrucción o deterioro y cumpliendo, al respecto, las instrucciones que, reciba de la Dirección.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y de forma que sea posible su inspección en todo momento y que pueda asegurarse el control de calidad de los materiales con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados antes de su empleo en obra.

7.9. MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego de Condiciones, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los pliegos se demostrará que no fueran adecuados para su objeto, el Director dará orden al Contratista para que éste, a su costa, los reemplace por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen.

Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

7.10. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista está obligado a acopiar en correctas condiciones los materiales que requiera para la ejecución de la obra en el ritmo y calidad exigidos por el Contrato.

El Contratista deberá prever el lugar, forma y manera de realizar los acopios de los distintos tipos de materiales y de los productos procedentes de

excavaciones para posterior empleo, siguiendo las indicaciones que pudiera hacer el Director.

La Administración se reserva el derecho de exigir del Contratista el transporte y entrega en los lugares que aquel indique de los materiales procedentes de excavaciones, levantados o demoliciones que considere de utilidad.

El Contratista propondrá al Director, para su aprobación, el emplazamiento de las zonas de acopio de materiales, con la descripción de sus accesos, obras y medidas que se propone llevar a cabo para garantizar la preservación de la calidad de los materiales.

Las zonas de acopio deberán cumplir las condiciones mínimas siguientes:

No se podrán emplear zonas destinadas a las obras.

Deberán mantenerse los servicios públicos o privados existentes.

Estarán provistos de los dispositivos y obras para la recogida y evacuación de las aguas superficiales.

Los acopios se dispondrán de forma que no se merme la calidad de los materiales, tanto en su manipulación como en su situación de acopio.

Se adoptarán las medidas necesarias en evitación de riesgo de daños a terceros.

Todas las zonas utilizadas para acopio deberán quedar al término de las obras, en las mismas condiciones que existían antes de ser utilizados como tales. Será de cuenta y

responsabilidad del Contratista, la retirada de todos los excedentes de material acopiado.

Será de responsabilidad y cuenta del Contratista, la obtención de todos los permisos, autorizaciones, pagos, arrendamiento, indemnizaciones y otros que deba efectuar por concepto de uso de zonas destinadas para acopios y que no correspondan a terrenos puestos a disposición del Contratista por la Administración.

Todos los gastos de establecimiento de las zonas de acopio y sus accesos, los de su utilización y restitución al estado inicial, serán de cuenta del Contratista.

El Director podrá señalar al Contratista un plazo para que retire de los terrenos de la obra los materiales acopiados que ya no tengan empleo en la misma. En caso de incumplimiento de esta orden podrá proceder a retirarlos por cuenta y riesgo del Contratista.

7.11. CONTROL DE CALIDAD

Tanto los materiales, como la ejecución de los trabajos y las unidades de obra terminadas, deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones del Director, y estarán sometidos, en cualquier momento, a los ensayos y pruebas que éste disponga.

La inspección de la calidad de los materiales, de la ejecución de las unidades de obra y de las obras terminadas corresponde a la Dirección, la cual utilizará los servicios de control de calidad de un laboratorio homologado.

El Contratista deberá dar las facilidades necesarias para la toma de muestras y la realización de ensayos y pruebas "in situ" e interrumpir cualquier actividad que pudiera impedir la correcta realización de estas operaciones.

Los gastos derivados del control de la calidad de la obra que realicen la Dirección, serán por cuenta del Contratista, hasta un 1% del Presupuesto de Ejecución Material.

No obstante lo anteriormente indicado, el Contratista podrá efectuar su propio control de calidad, independientemente del realizado por la Administración.

Los gastos derivados de este control de calidad, propio del Contratista, serán de cuenta de éste y estarán incluidos en los precios del contrato no siendo, por tanto, objeto de abono independientemente.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse u ocultarse sin la aprobación del Director. El Contratista deberá dar todo tipo de facilidades al Director para examinar, controlar y medir toda la obra que haya de quedar oculta, así como para examinar el terreno de cimentación antes de cubrirlo con la obra permanente.

Si el Contratista ocultara parte de la obra sin previa autorización escrita del Director, deberá descubrirla, a su costa, si así lo ordenara éste.

7.12. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiere, sin que sea eximente ni le de derecho alguno la circunstancia de que la Dirección haya examinado o

reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos estos y aquellas en las mediciones y certificaciones parciales.

El Contratista quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada sea consecuencia inmediata y directa de una orden de la Administración o vicios del Proyecto, salvo que éste haya sido presentado por el Contratista en la licitación si ésta se hubiese convocado bajo la figura concurso de Proyecto y Obra.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y siempre antes de la Recepción Definitiva, la demolición y reconstrucción de la unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

Si la Dirección ordena la demolición y reconstrucción por advertir vicios o defectos patentes en la construcción, los gastos de estas operaciones serán de cuenta del Contratista, con derecho de éste a reclamar ante la Administración en el plazo de diez (10) días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existente en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos incumbirán también al Contratista, si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos; caso contrario, correrán a cargo de la Administración.

Si la Dirección estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son sin embargo, admisibles, puede proponer la Administración la aceptación de las mismas, con la siguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la Administración, a no ser que prefiera demoler y

reconstruir las unidades defectuosas por su cuenta y con arreglo a las condiciones del Contrato.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el Programa de Trabajo, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación en su caso, del retraso padecido.

7.13. TRABAJOS NO AUTORIZADOS

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya sido realizado por el Contratista sin la debida autorización o la preceptiva aprobación del Director o del órgano competente de la Administración, en su caso, será removido, desmontado o demolido si el Director lo exigiere.

Será de cuenta del Contratista los gastos de remoción, desmontaje o demolición, así como los daños y perjuicios que se derivasen por causa de la ejecución de trabajos no autorizados.

7.14. USO DE OBRAS PARCIALMENTE TERMINADAS

La Administración se reserva el derecho a hacer uso de determinadas obras, o parte de ellas, aun cuando no estén totalmente terminadas porque falte parte de su ejecución o porque falte por realizar trabajos de terminación o acabado incluidos en el contrato.

La Dirección concretará las condiciones de entrega provisional, de funcionamiento y de ulterior terminación de aquellas obras o partes de ellas que deban ser objeto de uso anticipado, ya sea por necesidades de puesta en servicio parcial, para efectuar trabajos que no formen parte del contrato, tales como el montaje de elementos mecánicos o eléctricos u otros equipos de instalación definitiva o por otras necesidades de la Administración.

Si como consecuencia de su uso anticipado, ciertas obras sufrieran desperfectos, las reparaciones necesarias serán ejecutadas a cargo de la Administración, excepto que tales desperfectos fueran consecuencia de su deficiente calidad o de vicios ocultos, siendo, en este caso, su reparación de cuenta del contratista.

7.15. CONSERVACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista está obligado a conservar durante la ejecución de las obras y hasta su Recepción Provisional, todas las obras objeto del Contrato, incluidas las correspondientes a las modificaciones del proyecto autorizadas, así como las carreteras, accesos y servidumbres afectadas, desvíos provisionales, señalizaciones existentes y señalizaciones de obra, y cuantas obras, elementos e instalaciones auxiliares deban permanecer en servicio, manteniéndolos en buenas condiciones de uso.

Los trabajos de conservación durante la ejecución de las obras hasta su Recepción Provisional no serán de abono, salva que expresamente, y para determinados trabajos, se prescriba en el Presupuesto.

Los trabajos de conservación no obstaculizarán el uso público o servicio de la obra, ni de las carreteras o servidumbres colindantes y, de producir

afectación, deberán ser previamente autorizadas por el Director y disponer de la oportuna señalización.

Inmediatamente antes de la Recepción Provisional de las obras, el Contratista habrá realizado la limpieza general de la obra, retirando las instalaciones auxiliares y, salvo expresa prescripción contraria del Director, demolido, removido y efectuado el acondicionamiento del terreno de las obras auxiliares que hayan de ser utilizadas.

8. ABONO DE LA OBRA EJECUTADA

8.1. MEDICIÓN DE LA OBRA EJECUTADA

La Dirección realizará mensualmente, y en la forma que establece este Pliego de Condiciones, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

El Contratista o su Delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obras cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su Delegado.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones de la Administración sobre el particular.

Con carácter general, todas las unidades de obra se medirán por su volumen, superficie, longitud o peso, expresados en unidades del sistema métrico, o por el número de unidades iguales, de acuerdo a como figuran especificadas en los Cuadros de Precios y en la definición de los Precios Nuevos aprobados en el curso de las obras, si los hubiere.

Las mediciones se calcularán por procedimientos geométricos a partir de los datos de los planos de construcción de la obra y, cuando esto no sea posible, por medición sobre planos de perfiles transversales, o sobre planos acotados, tomados del terreno. A estos efectos solamente serán válidos los levantamientos topográficos y datos de campo que hayan sido aprobados por el Director.

Cuando este Pliego de Condiciones indique la necesidad de pesar materiales directamente, el Contratista deberá situar las básculas o instalaciones necesarias, debidamente contratadas, para efectuar las mediciones por peso requeridas. Dichas básculas o instalaciones serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los documentos contractuales correspondientes.

Solamente podrá utilizar la conversión de peso a volumen o viceversa, cuando expresamente la autorice este Pliego de Condiciones. En este caso, los factores de conversión estarán definidos, o en su defecto, lo serán por el Director.

8.2. PRECIOS UNITARIOS DE CONTRATO

Todos los trabajos, transportes, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se ha basado en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución.

8.3. OBRAS CONSTRUIDAS EN EXCESO

Cuando, a juicio del Director, el aumento de dimensiones de una determinada parte de obra ejecutada, o exceso de elementos unitarios, respecto de lo definido en los planos de construcción, pudiera perjudicar las condiciones estructurales, funcionales o estéticas de la obra, el Contratista, tendrá la obligación de demolerla a su costa y rehacerla nuevamente con arreglo a lo definido en los planos.

En el caso en que no sea posible, o aconsejable, a juicio del Director, la demolición de la obra ejecutada en exceso, el Contratista estará obligado a cumplir las instrucciones del Director para subsanar los efectos negativos subsiguientes, sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Aun cuando los excesos sean inevitables, a juicio del Director o autorizados por éste, no serán de abono si forman parte de los trabajos auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, y tampoco lo serán si dichos excesos o sobreanchos están incluidos en el precio de la unidad correspondiente o si en las prescripciones relativas a la medición y abono de la unidad de obra en cuestión así lo estableciere este Pliego de Condiciones.

Únicamente serán de abono los excesos de obra o sobreanchos inevitables que de manera explícita así lo disponga éste PC y en las circunstancias, procedimiento de medición, límites y precios aplicables que determine.

Si en este PC o en los cuadros de precios no figurase precio concreto para los excesos o sobreanchos de obra abonables se aplicará el mismo precio unitario de la obra ejecutada en exceso.

8.4. OBRAS EJECUTADAS EN DEFECTO

Si la obra realmente ejecutada tuviere dimensiones inferiores a las definidas en los planos, ya sean por orden del Director o por error de construcción, la medición para su valoración será la correspondiente a la obra realmente ejecutada, aún cuando la prescripciones para medición y abono de la unidad de obra en cuestión, establecidas en este PC, prescribiesen su medición sobre planos del Proyecto.

9. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

9.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

Dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de terminación de las obras se procederá al acto de la Recepción Provisional de las mismas.

Podrán ser objeto de Recepción Provisional aquellas partes de obra que deban ser ejecutadas en los plazos parciales establecidos en el contrato.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el Director de las mismas las dará por recibidas provisionalmente y se entregarán al uso público o servicio correspondiente.

La Recepción Provisional se formalizará mediante un Acta que será firmada por el Director y el Contratista.

El plazo de garantía comenzará el día siguiente al de la firma del Acta de Recepción Provisional.

En los casos en que haya lugar a Recepciones Provisionales parciales, el plazo de garantía de las partes recibidas comenzará a contarse desde la fecha de las respectivas Recepciones Provisionales Parciales.

9.2. MEDICIÓN GENERAL

El Director citará al Contratista, o a su Delegado, fijando la fecha en que, en función del plazo establecido para la liquidación provisional de la obra ejecutada, ha de procederse a su medición general.

El Contratista, o su Delegado, tiene la obligación de asistir a la toma de datos y realización de la medición general que efectuará la Dirección. Si por causas que le sean imputables, no cumple tal obligación no podrá realizar reclamación alguna en orden al resultado de aquella medición ni acerca de los actos de la Administración que se basen en tal resultado, sino previa la alegación y justificación fehaciente de inimputabilidad de aquellas causas.

Para realizar la medición general se utilizarán como datos complementarios la comprobación del replanteo, los replanteos parciales y las mediciones efectuadas durante la ejecución de la obra, el libro de órdenes y cuantos otros estimen necesarios el Director y el Contratista.

Las reclamaciones que estime necesario hacer el Contratista contra el resultado de la medición general las dirigirá por escrito a la Administración por conducto del Director, el cual las elevará a aquel con su informe.

9.3. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS

El Director formulará la liquidación de las obras aplicando al resultado de la medición general los precios y condiciones económicas del Contrato.

Los reparos que estime oportuno hacer el Contratista, a la vista de la liquidación, los dirigirá por escrito a la Administración en la forma establecida en el último párrafo del apartado anterior, y dentro del plazo reglamentario, pasado el cual se entenderá que se encuentra conforme con el resultado y detalles de la liquidación.

CAPÍTULO 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO

Longitud	Anchura	Superficie	Precio	Total
300 metros	250 metros	75.000 m ²	0,02 €	1.500 €

TOTAL: 1.500 €

CAPÍTULO 2: VALLADO

Incluye la zanja, la estructura de hormigón, retirada de tierra, palos de metal de 2 metros de altura y tela metálica de 2 metros de altura.

Se ha supuesto que el perímetro total a vallar es de 800 metros. Se considera que el resto del perímetro se encuentra aislado por barreras naturales de la cantera.

Perímetro	Precio	Total
800 metros	19,66 €	15.728 €

TOTAL: 15.728 €

CAPÍTULO 3: SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO

En este capítulo se incluye la excavación, relleno, trabajos de albañilería, arquetas, conducciones, etc.

Ubicación	Precio Total
Nave taller	5.036 €
Edificio oficinas y servicios	11.340 €
Conducciones a la red de alcantarillado general	15.750 €

Estos precios han sido consultados a un Arquitecto Técnico que desarrolla su labor profesional en una constructora de Jerez de la Frontera.

TOTAL: 32.126 €

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIONES Y NAVES

4.1. CASETA PREFABRICADA: Incluye transporte, descarga y colocación.

Caseta seguridad entrada 1 x 2 x 3 m ³	920 €
---	-------

4.2. PLATAFORMA DE CARGA FABRICADA DE HORMIGÓN: Incluye la mano de obra de encofradores, transporte del hormigón a la instalación, subbase de todo 1, etc.

Plataforma de carga	6.489 €
---------------------	---------

4.3. EDIFICACIONES Y NAVES

Edificación	Precio Total
Servicios y oficinas	294.008 €
Nave taller	160.335 €

TOTAL: 461.752 €

CAPÍTULO 5: URBANIZACIÓN

Incluye asfaltado, formado por: refinado de superficie del terreno natural existente, compactado mecánico del mismo, base de zahorra artificial de 15 centímetros extendida y compactada, riego de imprimación de 1,5 Kg/m² y pavimento formado por aglomerado asfáltico en caliente de 5 centímetros, compactado con medios mecánicos de las distintas capas según el Ministerio de Obras Públicas.

Incluye los bordillos; el metro lineal de bordillo prefabricado de hormigón H-40 achaflanado, de 17 x 28 centímetros de sección, asentado sobre la base de hormigón en masa H-10, incluso enlechado de juntas con mortero de cemento 1:1.

Concepto	Precio	Unidades	Precio Total
Asfaltado	9,60 €	8.900 m ²	85.440 €
Bordillo	7,1 €	1.090 m	7.739 €

TOTAL: 93.179 €

CAPÍTULO 6: EQUIPOS

Instalación	Precio unitario	Unidades	Precio Total
Báscula puente camión	27.977 €	1	27.977 €
Tolva de alimentación	18.900 €	1	18.900 €
Silo regulador	9.000 €	1	9.000 €
Trómel	145.915 €	1	145.915 €
Cinta electromagnética separación férricos	27.408 €	3	82.224 €
Machacadora de mandíbulas	226.812 €	1	226.812 €
Trituradora de impactos	182.500 €	1	182.500 €
Criba vibrante	172.043 €	1	172.043 €
Contenedores triaje manual	2.098 €	8	16.784 €
Alimentador tolva	4.312 €	1	4.312 €
Alimentador silo regulador	2.425 €	1	2.425 €
Desbaste vibratorio	6.890 €	1	6.890 €
Cintas 0,9 m	183.426 €	1	183.426 €
Cintas 1,2 m	42.300 €	1	42.300 €
Estructura triaje manual	18.315 €	1	18.315 €
Contenedores voluminosos	7.353 €	4	29.412 €
Palas cargadoras	141.238 €	2	282.476 €

TOTAL: 1.451.711 €

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE PUESTAS A TIERRA

Ubicación	Precio Total
Nave Taller	16.200 €
Servicios y oficinas	18.972 €
Exteriores	54.000 €
Instalación	32.515 €

TOTAL: 121.687 €

CAPÍTULO 8: CONTROL DE CALIDAD

8.1. ENSAYOS A REALIZAR PARA LA ZAHORRA RECICLADA (ZA40)

Ensayo	Nº Anual de ensayos	Precio Unitario	Importe
Propiedades geométricas de los áridos			
Granulometría de suelos por tamizado (UNE EN 933-1/98)	50	19 €	950 €
Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas (UNE EN 933-3.797)	12	22 €	264€
Determinación del % caras de fracturadas (UNE EN 933-5/99)	12	18 €	216€
Evaluación de los finos. Equivalente de arena (UNE EN 933-8/2.000)	50	13,5 €	675 €
Evaluación de los finos. Azul de metileno (UNE EN 933-9/99)	50	22 €	1.100 €
Propiedades mecánicas de los áridos			
Determinación de la resistencia ala fragmentación, Ensayo de los Ángeles (UNE EN 1.097-2/99)	2	30 €	60 €
Determinación de densidad de la partícula y absorción de agua (UNE EN 1.097-6/2.001)	1	30 €	30 €
	1	30 €	30€
Propiedades químicas de los áridos			
Contenido total en azufre(UNE EN 1.744-1/98 Art. 11)	1	60 €	60 €
Sulfatos solubles en ácidos (UNE EN 1.744-1/98 Art. 12)	1	30 €	30 €
Materia orgánica (UNE EN 1744-1/99)	1	30 €	30 €
Determinación de los componentes orgánicos que afectan al fraguado y al endurecimiento de los hormigones UNE EN 1.744-1 (Húmicos, Ácido fulvico, resistencia comparativa tiempo de fraguado)	1	20 €	20 €
	1	20 €	20 €
	1	40 €	40 €
TOTAL			3.525 Euros

8.2. ENSAYOS A REALIZAR PARA LA ZAHORRA RECICLADA (ZA25)

Ensayo	Nº Anual de ensayos	Precio Unitario	Importe
Propiedades geométricas de los áridos			
Granulometría de suelos por tamizado (UNE EN 933-1/98)	50	19 €	950 €
Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas (UNE EN 933-3.797)	No se realiza		
Determinación del % caras de fracturadas (UNE EN 933-5/99)	No se realiza		
Evaluación de los finos. Equivalente de arena (UNE EN 933-8/2.000)	50	13,5 €	675 €
Evaluación de los finos. Azul de metileno (UNE EN 933-9/99)	50	22 €	1.100 €
Propiedades mecánicas de los áridos			
Determinación de la resistencia ala fragmentación, Ensayo de los Ángeles (UNE EN 1.097-2/99)	No se realiza		
Determinación de densidad de la partícula y absorción de agua (UNE EN 1.097-6/2.001)	1	30 €	30 €
	No se realiza		
Propiedades químicas de los áridos			
Contenido total en azufre(UNE EN 1.744-1/98 Art. 11)	1	60 €	60 €
Sulfatos solubles en ácidos (UNE EN 1.744-1/98 Art. 12)	1	30 €	30 €
Determinación de los componentes orgánicos que afectan al fraguado y al endurecimiento de los hormigones UNE EN 1.744-1 (Húmicos, Ácido fulvico, resistencia comparativa tiempo de fraguado)	1	20 €	20 €
	1	20 €	20 €
	1	40 €	40 €
TOTAL	2.925 Euros		

RESUMEN POR CAPÍTULOS

Capítulo	Designación	Total (€)
1	Estudio geotécnico	1.500
2	Vallado	15.728
3	Saneamiento y alcantarillado	32.126
4	Construcciones y naves	461.752
5	Urbanización	93.179
6	Equipos	1.451.711
7	Instalación eléctrica y puestas a tierra	121.687
8	Control de calidad	6.450
	TOTAL	2.184.133 €

PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto de ejecución por contrata.....2.184.133 Euros
16% I.V.A.....349.461 Euros

PRESUPUESTO TOTAL.....2.533.594 Euros

COMPLEMENTO DE HONORARIOS

4% Redacción del proyecto.....101.344 Euros

5% Dirección Técnica.....126.680 Euros

Asciende el presente presupuesto complementario de honorarios de la
instalación fija de tratamiento de RCDs a:

**DOS MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y UN MIL SEISCIENTOS
DIECIOCHO EUROS.**

Jose Manuel García Moreno
Jerez de la Frontera, Marzo 2006

BIBLIOGRAFÍA

- **Los residuos urbanos y asimilables.**
Dirección técnica José Manuel Llamas Labella; coordinación Jorge M. Soria Tonda. Edita Consejería de Medio Ambiente (Sevilla), 2.003.
- **Reutilización de residuos de construcción y demolición.**
Gobierno Vasco; Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco (Victoria), 1.994.
- **Residuos: Guía Técnica-Jurídica.**
Carmen Bautista Parejo . Editorial Mundi-Prensa (Madrid), 1.998.
- **Manual del Ingeniero Químico.**
Robert H. Perry y Don W. Green. Editorial McGraw-Hill (Madrid), 2.001.
- **Revista Residuos.**
Nº 39, 1.997.
- **Procedimientos Generales de Construcción: Apuntes sobre procesamiento de áridos, instalaciones de hormigonado, puesta en obra de hormigón.**
Juan Tiktin. Editada por el Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos (Madrid), 1.995.
- **Operaciones Básicas de Ingeniería Química.**
Warren L. McCabe y Julian C. Smith. Editorial Reverté S.A. (Barcelona), 1.987.

- **Ingeniería Química: Operaciones Básicas.**
J. M. Coulson y J. F. Richardson . Editorial Reverté S.A. (Barcelona), 1.981.
- **Gestión Integral de residuos sólidos.**
George Tchobanoglous, Hilary Theisen y Samuel Vigil. Editorial McGraw-Hill (Madrid), 1.994.
- **Cintas Transportadoras.**
Agustín López Roa. Editorial CIE Dossat 2.000 (Madrid), 2.002.
- **Formulario de matemáticas para Mecánicos.**
Luis Pareto. Editorial CEAC (Barcelona), 1.991.
- **Revista- Demolición y Reciclaje.**
Nº 28, 2.005.
- **Las Dimensiones humanas en los espacios interiores.**
Julio Panaro
- **Explotaciones de áridos y medio ambiente.**
Edita: Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA). Año 2.004
- **Manual del reciclaje.**
Herbert F. Lund. Editorial McGraw- Hill

- **Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.**
2ª Edición. Ampliada y corregida a 1-8-2.001. Ediciones Uteam. Gerardo Bustos Pretel. Ministerio de Fomento.

Páginas webs consultadas:

- www.triman.es Fecha: 17 Enero 2.006
- www.caldehusa.com Fecha: 10 Enero 2.006
- www.dragoelectronica.com Fecha: 25 Enero 2.006
- http://concretonline.com/jsp/aridos/ar_maquinaria11.jsp Fecha: 11 Enero 2.006
- <http://www.ajdesigner.com/> Fecha: 17 Noviembre 2.005
- <http://www.miliarium.com/> Fecha: 20 Agosto 2.005
- <http://www.casece.com/> Fecha: 24 Noviembre 2005

Programas informáticos utilizados:

- Programa de precios y presupuestos PREOC 2.002

