



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *Disseny d'una unitat de compostatge per a la Bodega Cooperativa de Castalla*

---

**MEMÒRIA PRESENTADA PER:**

*Andrés Bernabeu Santisteban*

GRAU D'ENGINYERIA QUÍMICA



# Resum

---

## “Disseny d’una unitat de compostatge per a la Bodega Cooperativa de Castalla”

Amb el progrés de la humanitat en les últimes dècades hi ha hagut un increment considerable de la població mundial i açò ha dut com a conseqüència un augment de la quantitat de residus generats. Per tal de combatre aquest increment l'objectiu del present projecte és dissenyar una planta de compostatge que tracte els residus produïts en el procés de vinificació en la Bodega Cooperativa de Castalla.

La mateixa indústria ha proporcionat les dades dels residus que es generen a l'any, 86600 kg/any d'orujo de raïm i 46880 kg/any de lies, i gràcies a estudis anteriors s'ha pogut conèixer la composició química i física d'aquestes matèries.

En el treball s'emmarca des d'un marc teòric quin és el procés del raïm des que entra en la Bodega fins que ix de la planta de compostatge (convertit en compost) i quins són els productes i subproductes obtinguts.

Mitjançant fórmules matemàtiques s'ha dimensionat la planta i seleccionat la maquinària i el terreny necessaris per a desenvolupar el projecte. Una vegada fet açò s'han estudiat els fluxos econòmics i calculat el VAN i el TIR, determinant que la inversió en la planta de compostatge és un negoci rendible tant econòmicament com mediambientalment. Ja que el compost orgànic és un perfecte substitut dels fertilitzants químics utilitzats en la indústria agrònoma, que són més perjudicials per al medi ambient.



# Summary

---

## **“Design of a composting unit for the Cooperativa Bodega de Castalla”**

Due to the progress of the humanity, in the last decades there has been a considerable increase of the world's population and this has brought as a consequence an elevation of the quantity of wastes generated. With the aim of fighting this increase the ambition of this project is to design a composting plant to treat the wastes generated in the process of obtaining wine by the Bodega Cooperativa de Castalla.

The industry has provided us the quantity of wastes that are generated per year, 86600 kg/year of grape marc and 46800 kg/year of wine lees, and thanks to previous studies we have been able to know the chemical and physical composition of these substances.

In the project is explained the process that grapes suffer when they enter the winery, till they go out from the compost plant (converted in compost) and which are the principal and secondary products that are produced.

With the help of mathematical operations, the plant has been designed and it has been chosen the necessary machines and surface to develop the project. Once this was done, the economical flows have been studied and VAN and TIR were calculated, what confirmed that the project is efficient economically and environmentally. The organic compost is the perfect substitute for chemical fertilizers that are used in the agronomic industry, which are more harmful for the environment.



# Resumen

---

## “Diseño de una unidad de compostaje para la Bodega Cooperativa de Castalla”

Con el progreso de la humanidad en las últimas décadas ha habido un incremento considerable en la población mundial y esto ha traído como consecuencia un incremento de la cantidad de residuos generados. Para combatir este incremento el objetivo del presente trabajo es diseñar una planta de compostaje que trate los residuos producidos en el proceso de vinificación en la Bodega Cooperativa de Castalla.

La misma industria ha proporcionado los datos de los residuos que se generan al año, 86600 kg/año de orujo de uva y 46880 kg/año de lías, y gracias a estudios anteriores se ha podido conocer la composición química i física de estas materias.

En el trabajo se enmarca des de un marco teórico cuál es el proceso de la uva des de que entra en la bodega hasta que sale de la planta de compostaje (convertida en compost) y cuáles son los productos y subproductos obtenidos.

Mediante fórmula matemáticas se ha dimensionado la planta y seleccionado la maquinaria y el terreno necesarios para desarrollar el proyecto. Una vez hecho esto se han estudiado los flujos económicos y calculado el VAN y el TIR, determinando que la inversión en la planta de compostaje es rentable tanto económicamente como medioambientalmente. Ya que el compost orgánico es un sustituto perfecto de los fertilizantes químicos utilizados en la industria agrónoma, que son más perjudiciales para el medio ambiente.





# Taula de Continguts

Resum.....	3
Summary.....	5
Resumen .....	7
Llistat de figures.....	13
Llistat de taules.....	15
<b>I. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>17</b>
I.1. Antecedents. ....	19
I.2. Residus. ....	20
I.2.1 Classificació de residus .....	22
I.3 Compostatge.....	24
I.3.1 Factors del compostatge.....	25
I.3.2 Sistemes de compostatge .....	29
I.3.3 Seguretat, Higienització i Innocuïtat.....	33
I.4 Compost. ....	35
I.4.1 Aspectes a controlar en el compost .....	35
I.4.2 Aplicacions del compost .....	36
I.5 Disseny de la planta.....	38
I.5.1 Situació Geogràfica .....	38
I.5.2 Producció.....	39
I.5.3 Producció de vi o Vinificació.....	41
I.5.4 Característiques dels residus:.....	43
I.5.5 Aplicacions.....	46
<b>II. OBJECTIUS.....</b>	<b>49</b>
II.1. Objectiu general.....	51
II.2. Objectius particulars .....	51

### **III. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE .....53**

III.1. Descripció del procés.....	55
III.1.1 Residus inicials .....	56
III.2 Selecció del terreny.....	57
III.3 Pesatge.....	57
III.4 Emmagatzematge.....	58
III.5 Mescladora.....	60
III.6 Zona de fermentació i maduració.....	61
III.6.1 Cas 1: 3 piles, 57.76m .....	64
III.6.2 Cas 2: 6 piles de 28.88m .....	65
III.6.3 Cas 3: 9 piles de 19.26m .....	65
III.6.4 Selecció de la longitud de la planta de compostatge.....	66
III.6.5 Arreplegada de lixiviats i aigües pluvials .....	67
III.7 Afiat .....	67
III.8 Ensacat .....	68
III.9 Dimensionament de les cintes transportadores .....	69
III.10. Estudi econòmic.....	74
III.10.1 Inversió inicial.....	74
III.10.2 Pagaments i cobrament anuals.....	75
III.10.3 VAN i TIR.....	77

### **IV. CONCLUSIONS .....79**

IV.1. Conclusions. ....	81
-------------------------	----

### **V. APÈNDIX .....84**

V.1. Annexes tècnics .....	86
V.1.1 Garbelladora.....	86
V.1.2 Bàscula per a camions .....	87
V.1.3 Ensacadora.....	88
V.1.4 Voltejadora .....	89

V.I.5 Tolva.....	90
V. I. 6 Mescladora .....	91
V. I. 7 Instruments de mesura.....	92
<b>V.2. Bibliografia .....</b>	<b>95</b>



# Llistat de figures

<i>Il·lustració 1: Esquema d'un sistema productiu Lineal</i> .....	20
<i>Il·lustració 2: Esquema d'un sistema productiu Circular</i> .....	21
<i>Il·lustració 3: Prioritats en la gestió de residus segons la UE</i> .....	21
<i>Il·lustració 4: Tipus de residus generats a nivell domèstic</i> .....	22
<i>Il·lustració 5 : Les quatre fases del procés de compostatge en funció dels canvis de temperatura</i> .....	24
<i>Il·lustració 6: Factors influents en el procés de compostatge</i> .....	26
<i>Il·lustració 7: Possibles problemes i solucions si estem fora dels paràmetre d'Humitat</i> .....	27
<i>Il·lustració 8: Tipus de sistemes de compostatge</i> .....	29
<i>Il·lustració 9: Esquema del funcionament de les piles estàtiques amb ventilació passiva</i> .....	30
<i>Il·lustració 10: Pila de compostatge estàtica amb ventilació forçada</i> .....	30
<i>Il·lustració 11: Compostatge en piles de volteig en espai protegit de l'aigua i el sol</i> .....	31
<i>Il·lustració 12: Exemple de reactor dinàmic</i> .....	32
<i>Il·lustració 13: Planta de compostatge basada en el sistema de Compotúnel</i> .....	32
<i>Il·lustració 14: Sacs de compost disponibles per a la seua venda o utilització</i> .....	35
<i>Il·lustració 15: Possible us del Té de compost en camps de cultiu</i> .....	37
<i>Il·lustració 16: Exemple de substitució de turba per compost en test per a germinació de plantes</i> .....	37
<i>Il·lustració 17: Exterior de la Bodega Cooperativa de Castalla</i> .....	38
<i>Il·lustració 18: Situació geogràfica de Castalla. Entre les poblacions d'Alacant, Alcoi i Elda</i> ...	38
<i>Il·lustració 19: Localització de la Bodega Cooperativa de Castalla</i> .....	39
<i>Il·lustració 20: Oli d'oliva verge, produït a l'almàssera de la Bodega Cooperativa de Castalla</i> .	40
<i>Il·lustració 21: Vi produït en la Bodega Cooperativa de Castalla</i> .....	40
<i>Il·lustració 22: Diagrama dels processos necessaris per a produir vi</i> .....	41
<i>Il·lustració 23: Diagrama dels processos duts a terme en la planta de compostatge</i> .....	55
<i>Il·lustració 24: Possible terreny per a instal·lar la planta de compostatge</i> .....	57

<i>Il·lustració 25: Bàscula Giropés model BPPCE EVO</i> .....	58
<i>Il·lustració 26: Exemple de piràmide</i> .....	59
<i>Il·lustració 27: Trituradora-mescladora Menart model H-102</i> .....	60
<i>Il·lustració 28: Voltejadora Ecoalliance model IWK HR 2700</i> .....	61
<i>Il·lustració 29: Esquema d'una possible disposició de les piles de compost</i> .....	63
<i>Il·lustració 30: Esquema de la disposició de les piles i la distància entre elles</i> .....	64
<i>Il·lustració 31: Esquema de la zona de maduració i fermentació i tamany de la solera</i> .....	66
<i>Il·lustració 32: Exemple de bassa de lixiviats</i> .....	67
<i>Il·lustració 33: Garbelladora Ecoalliance Might II</i> .....	67
<i>Il·lustració 34: Ensacadaora de la marca Grupo Victor model EEM-60</i> .....	68
<i>Il·lustració 35: Esquema d'una cinta transportadora, amb les variables utilitzades per al seu dimensionament</i> .....	70

# Llistat de taules

<i>Taula 1: Resum dels valors ideals que han de tindre els Factors que influeixen en el compostatge</i>	29
<i>Taula 2: Bactèries, temperatura a la que moren i el temps que han d'estar</i>	34
<i>Taula 3: Paràmetres físics-químics del compost exigits pel Reial decret 824/2005</i>	36
<i>Taula 4: Paràmetres microbiològics del compost exigits pel Reial decret 824/2005</i>	36
<i>Taula 5: Metalls pesats que pot tindre el compost segons el Reial decret 824/2005</i>	36
<i>Taula 6: Tipus de vins segons el seu temps de repòs en bota</i>	43
<i>Taula 7: Característiques químiques dels residus de la Vinificació</i>	45
<i>Taula 8: Factors importants per al procés de compostatge del orujo de raïm i la mescla d'aquest amb les lies</i>	45
<i>Taula 9: Residus produïts en el procés de vinificació a la Bodega Cooperativa de Castalla</i>	56
<i>Taula 10: Volum que genera cada residu per mes</i>	59
<i>Taula 11: Temps de mesclat al mes segons el volum de residus</i>	60
<i>Taula 12: Quantitat de C i N en els residus de la producció del vi</i>	62
<i>Taula 13: Distància de la pila en funció de la quantitat de piles al mes</i>	63
<i>Taula 14: Àrea total necessària si les piles són de 57.76 m</i>	64
<i>Taula 15: : Àrea total necessària si les piles són de 28.88 m</i>	65
<i>Taula 16: : Àrea total necessària si les piles són de 19.26 m</i>	65
<i>Taula 17: Taula resum de les característiques de la cinta del magatzem</i>	72
<i>Taula 18: Taula resum de les característiques de la cinta d'alimentació de la garbelladora</i>	73
<i>Taula 19: Taula resum de les característiques de la cinta d'eixida de la garbelladora</i>	74
<i>Taula 20: Valor de cada producte i inversió inicial total</i>	75
<i>Taula 21: Consum total de combustible a l'any</i>	77
<i>Taula 22: Resum de costos i guanys</i>	77
<i>Taula 23: Valors obtingut del VAN i TIR</i>	78





# **I. INTRODUCCIÓ**

# INTRODUCCIÓ



# I. Introducció

---

## I.1. Antecedents

Des de mitjans del segle XIX degut a la millora tecnològica i el progrés de la humanitat, la quantitat de gent que viu al món ha anat incrementant-se exponencialment. Aquest fet ha dut de la mà un augment del consum de tot tipus de productes i per tant un increment de la quantitat de residus.

La sobreexplotació de la terra i la roïna gestió dels recursos, ha portat com a conseqüència el conegut com a Canvi Climàtic amb un augment considerable de les temperatures, reducció d'espècies, desertificació, etc. Degut a aquests fenòmens, que ja són evidents en el nostre dia a dia, la societat és cada vegada més conscient del impacte mediambiental que els éssers humans tenim sobre la terra, per això en les últimes dècades un dels focus d'atenció ha sigut la gestió dels residus.

Amb açò el que s'intenta actualment és valoritzar materials que ja han sigut utilitzats, obtenint subproductes útils i reduint la quantitat de deixalles. Hi ha diferents metodologies segons el tipus de matèria disponible, no obstant un dels més estudiats és la reutilització de la biodegradable.

El compostatge és un procediment que ens permet transformar matèria orgànica residual en compost, eliminant així una font de contaminació i obtenint un recurs molt útil en el àmbit agrari, que pot ser utilitzat com a fertilitzant natural i enriquir la qualitat dels camps de cultiu incrementant així la seua productivitat (revalorització).

En la actualitat Espanya es un dels països que menys recicla de tota la UE (Unió Europea), si parlem de desfets municipals, la mitja europea està en un 45% de residus reutilitzats, no obstant en la península tan sols s'arriba al 29%. La comissió de Medi Ambient del Parlament Europeu ha fixat que tots els països de la UE han d'arribar a un 55% com a mínim per a l'any 2025, per tant hi ha molt treball per davant si es vol assolir aquest objectiu.

La zona Mediterrània és la segona major productora de vi del país (Catalunya i la C. Valenciana), no obstant aquesta indústria produeix una gran quantitat de residus orgànics de forma estacional (entre els mesos d'Agost, Setembre i Octubre generalment). Podem dividir-los en dos tipus: el Orujo, que deriva del premsat del raïm, compost per la pell i les llavors, i les Lies, que són els excedents produïts durant la fermentació y clarificació del vi.

Per aquest motiu, l'objectiu d'aquest treball serà convertir aquest residu, produït en el període de verema, en un compost d'origen natural, amb un alt nivell de retenció d'aigua, que pot ser emprat en els mateixos camps de cultiu de raïm o venut a altres agricultors. D'aquesta forma es redueix pràcticament a 0 la quantitat de residus generats, s'obté un benefici econòmic i al mateix temps s'evita el consum de fertilitzants químics.

# I. Introducció

---

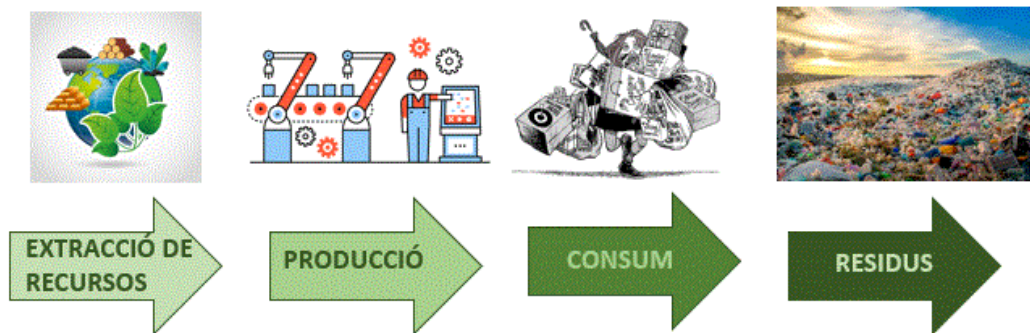
## I.2. Residus

La Llei de Residus i Sostres Contaminats (22/2011) publicada en el Bolletí Oficial de l'Estat (BOE), defineix a l'Article 3 que un residu és "qualsevol substància o objecte que el seu posseïdor rebutge o tinga la intenció o l'obligació de rebutjar". D'aquesta forma podem entendre que residu és aquell subproducte resultant d'una activitat, que no té cap utilitat ni valor econòmic, en resumides paraules el que entenem com brossa.

Com hem mencionat anteriorment amb l'augment de la població la generació de residus ha anat augmentant exponencialment, en l'actualitat un Europeu genera uns 620 kg de residus a l'any, dels quals aproximadament el 60% corresponen a embalatges i envasos d'un sol ús.

Pel que fa al seu tractament, en un principi el que es feia era dur els materials a abocadors o a plantes incineradores. Açò no és gens sostenible pel fet que comporta riscos ecològics, com són la contaminació del sostre, de l'aire i l'aigua, i a més no té en compte la causa principal del problema (el consumisme).

Aquesta forma de tractar els residus és conseqüència d'un sistema productiu Lineal, que té com a objectiu la producció d'elements a partir de recursos, la venda o consum i la posterior eliminació.

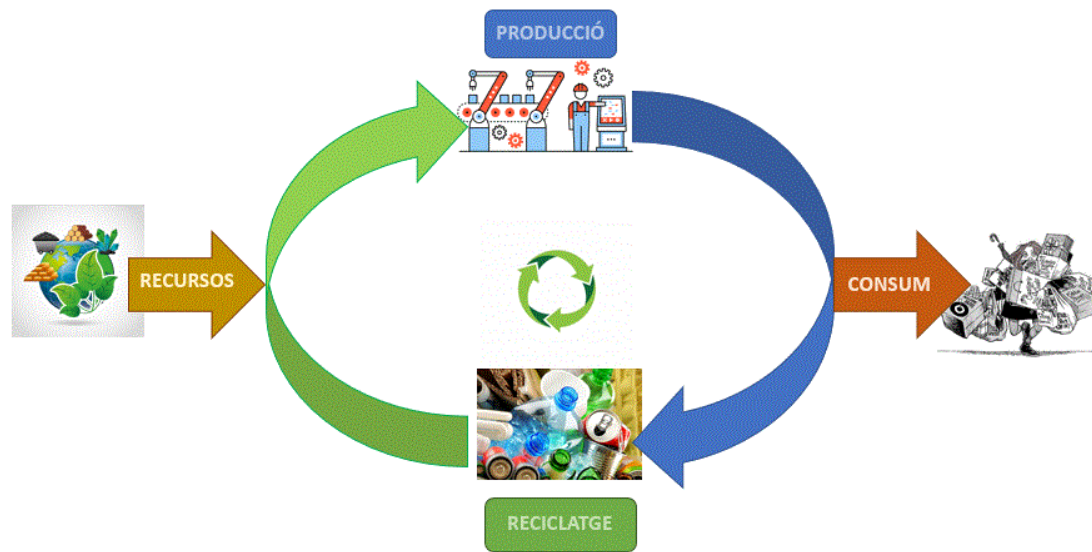


*Il·lustració 1: Esquema d'un sistema productiu Lineal*

Per això en els últims anys s'està intentant realitzar una transició cap a un sistema productiu Circular, que tracta d'utilitzar els residus com a matèries primeres, de tal forma que es produïska una disminució de l'ús dels recursos i de productes no reutilitzables.

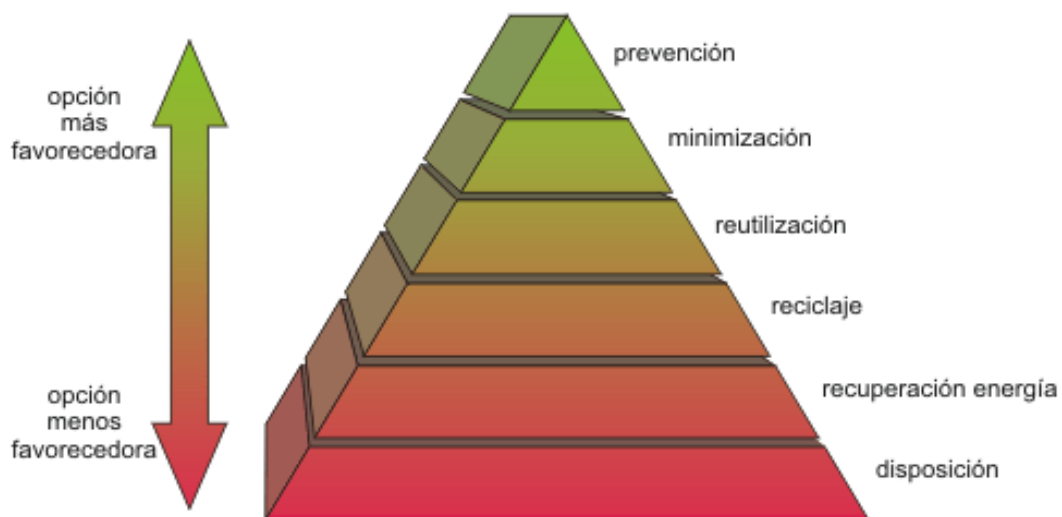
Per tant si Espanya vol assolir l'objectiu proposat per la UE per a l'any 2025 a part de conscienciar a la societat, ha de realitzar la transició a un model econòmic Circular, de tal forma que es produïska una gestió dels residus ecològica i eficient.

# I. Introducció



Il·lustració 2: Esquema d'un sistema productiu Circular

A l'hora del tractament de residus la Unió Europea ha establert una llista de prioritats pel que fa a la seua gestió. Destaca com a millor opció la Prevenció i Minimització de residus, seguit de la reutilització i el reciclatge. Com a mesures menys atractives proposa la recuperació energètica (incineració) i disposició de materials en abocadors.



Il·lustració 3: Prioritats en la gestió de residus segons la UE

Com s'ha mencionat abans actualment Espanya és a la cua en termes de reciclatge en la UE i a més es troba a l'etapa final per a arribar als objectius marcats per la directiva europea 2008/98/CE i en la llei de residus 22/2011, que tenen com a data límit el 2020.

# I. Introducció

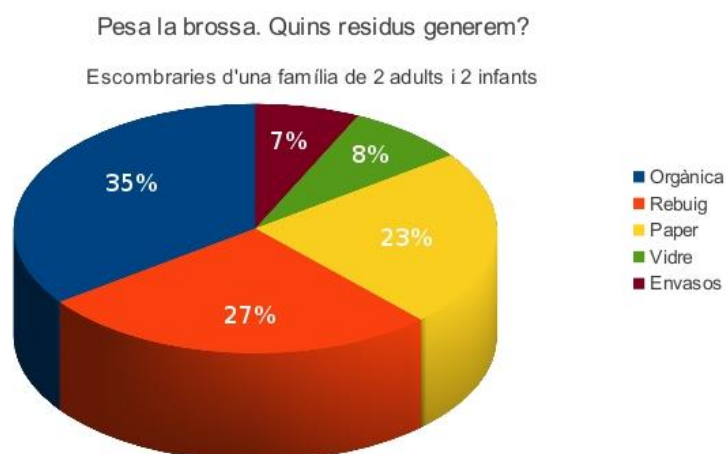
---

El compostatge és una gran opció per a contribuir a assolir aquests objectius, ja que està a l'escaló de la reutilització. D'aquesta forma s'aconsegueix un model productiu circular, transformant els residus orgànics (provinents de la indústria o d'ús domèstic) en compost natural, que pot ser utilitzat en camps de cultiu i del que es pot traure benefici.

## I.2.1 Classificació de residus

Els residus es poden classificar en funció de molts factors, com per exemple el seu origen, la biodegradabilitat o la composició. La Llei 22/2011 de residus i sòstres contaminants, publicada per al BOE, defineix a l'article 3 els següents tipus:

**1. Residus domèstics:** Tots aquells generats com a conseqüència de les activitats domèstiques. Trobem materials com paper i cartó, vidre, plàstics, matèria orgànica, tela... Formen part d'aquest tipus els residus similars que provenen de la indústria i els serveis. Materials com pintures, bateries, productes de neteja o vernissos són també considerats com residus "domèstics perillosos". També són els procedents de la neteja de les calçades, zones verdes o platges, els animals domèstics morts i els vehicles abandonats.



Il·lustració 4: Tipus de residus generats a nivell domèstic

**2. Residus comercials:** Els generats per l'activitat del comerç, a l'engròs i a la menuda, dels serveis de restauració i bars, d'oficines i mercats, el sector de serveis en general.

**3. Residus industrials:** Resultants dels processos de fabricació, de transformació, d'utilització, de consum, de neteja o de manteniment generats per l'activitat industrial, excloent les emissions de l'atmosfera regulades per la Llei 34/2007, de 15 de novembre.

**4. Residus perillosos:** Aquells que presenten una o varies de les característiques perilloses enumerades en l'Annex III, i aquell que pugui aprovar el Govern de conformitat

# I. Introducció

---

amb l'establert en la normativa europea o en els convenis internacionals dels quals Espanya forme part, així com els envasos que els hagen contingut.

Classifiquen els residus segons el seu origen, per això també es poden incloure les següents tipologies, que no apareixen en l'esmenada llei:

**5. Enderrocs i residus de la construcció:** Els produïts en qualsevol construcció o en processos de demolició d'edificis. Estan regulats pel Reial Decret 105/2008.

**6. Residus sanitaris:** Segons el Decret 240/1994 que regula la producció i gestió de residus sanitaris i citotòxics de la Comunitat Valenciana, són tots els residus generats en centres sanitaris, incloent-hi els envasos que els contenen.

**7. Residus radioactius:** El Pla General de Residus Radioactius, els defineix com aquells materials o productes de desfet que presenten traces de radioactivitat i per als que no està previst cap ús. Poden estar en estat, sòlid, gasós o líquid.

**8. Subproductes animals:** Aquells subproductes animals que no estan destinats al consum humà, a causa de motius sanitaris o comercials.

Es pot completar aquesta classificació mitjançant el que estableix el Reial Decret 1304/09, que regula l'eliminació de residus en abocadors, diferència entre quatre tipus de residus, segons la seua perillositat:

**Residus biodegradables:** Poden vindre de jardins, parcs, inclús residus procedents de l'alimentació o de les plantes de processament d'aliments. Segons el Reial Decret 1304/09, que regula l'eliminació de residus, són aquells residus naturals que es descomponen fàcilment en el medi ambient de forma aeròbica o anaeròbica.

**Residus inerts:** Són aquells que una vegada depositats en els abocadors no experimenten cap transformació significativa.

**Residus no perillosos:** Es poden definir com aquells que no són ni inerts ni perillosos, ja que no presenten característiques de perillositat. Alguns exemples són el plàstic, el paper o el cartó, sempre que no estiguen contaminants per alguna substància perillosa.

**Residus perillosos:** Segons el Reial Decret 952/1997, són aquells residus que per les seues característiques suposen un risc per als éssers vius i el medi ambient en general. Hi ha llistes en aquest decret que determinen quins són aquests materials.

Aquestes són algunes de les formes oficials de classificació de residus, no obstant hi ha d'altres que són igual de vàlides.

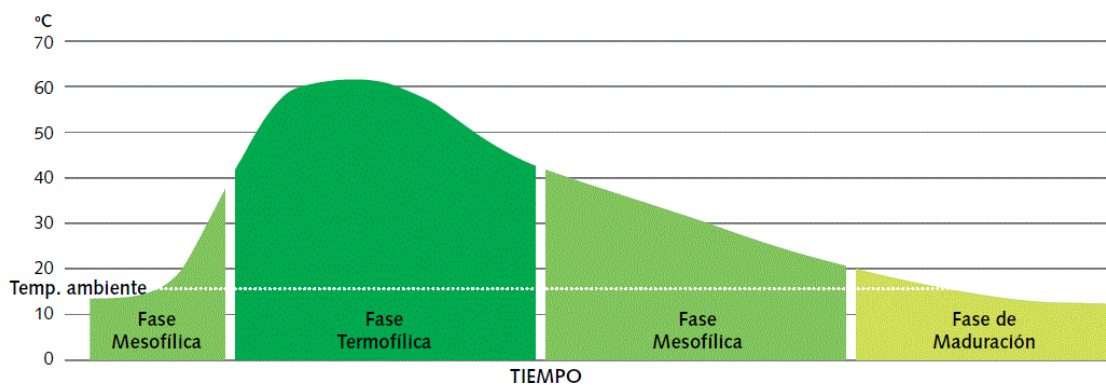
# I. Introducció

## I.3 Compostatge

Segons l'Agència de Residus de la Generalitat de Catalunya "El compostatge és un procés biològic aerobi (amb presència d'oxigen) que, sota condicions de ventilació, humitat i temperatura controlades transforma els residus orgànics degradables, en un producte estable i higienitzat anomenat compost, que pot ser utilitzat com adob orgànic". És a dir, el compostatge és un procés de fermentació aeròbica mitjançant el que es pot transformar la matèria orgànica en compost, basant-se en l'acció de diversos microorganismes (bacteris, fongs...) i éssers vius (cucs, insectes...).

Es poden compostar perfectament residus orgànics que deriven de l'activitat humana (domèstics, de la indústria alimentària...), creant d'aquesta forma un producte de valor a partir de deixalles.

El procés es pot dividir en quatre etapes, en funció dels canvis de temperatura, que són conseqüència de l'activitat metabòlica dels microorganismes.



Il·lustració 5 : Les quatre fases del procés de compostatge en funció dels canvis de temperatura

**Fase I o Mesòfila (10-40 °C):** Al principi d'aquesta etapa els residus es troben a temperatura ambiental i els microorganismes comencen a créixer i multiplicar-se, consumint hidrats de carboni i proteïnes fàcils d'assimilar. A conseqüència d'aquest increment d'activitat, la temperatura arriba fins als 40 °C en pocs dies i es generen àcids orgànics (que baixen el pH) i  $CO_2$ . La duració d'aquesta fase depèn de factors com l'oxigen, humitat, relació C/N i el tipus de residu emprat, no obstant normalment té una duració d'una o dues setmanes.

**Fase II o Termòfila (40-75 °C):** La temperatura segueix pujant fins a arribar a valors propers a 60-75 °C. A causa d'aquests valors, els microorganismes mesòfils comencen a desaparèixer i són els termòfils (resistents a aquestes temperatures) els que els substitueixen. Aquests converteixen el nitrogen en amoníac fent el pH del medi alcalí, arribant inclús fins a valors de 8. Al principi d'aquesta etapa els fongs comencen a degradar la cel·lulosa i la lignina, fet que incrementa la temperatura. A partir dels 60 °C



# I. Introducció

---

deixen de treballar i augmenta la quantitat d'actinomicets, encarregats de degradar ceres, proteïnes i hemicel·luloses. Durant uns dies es manté la temperatura alta, disminueix l'activitat biològica i es produeix la pasteurització del medi, destruint així les bacteris patògenes i els paràsits presents en la mescla. En aquesta etapa és important aportar la quantitat d'oxigen necessària per a la correcta activitat dels microorganismes, per això es deuen realitzar freqüentment voltejos de la matèria. La duració està entre una i tres setmanes.

**Fase III o de Refredament:** En aquest moment aproximadament tota la matèria orgànica s'ha transformat, la calor que es genera dins de la pila és menor que el que es perd, duent com a conseqüència una disminució de la temperatura. Quan aquesta és menor a  $60^{\circ}\text{C}$  reapareixen els microorganismes termòfils i una vegada arribats a  $40^{\circ}\text{C}$  són els mesòfils els que agafen protagonisme. Aquests últims descomponen fins a acabar amb tots els nutrients, produint una petita disminució del pH. La pila de compost ha arribat a aquesta etapa quan una vegada voltejada no es produeix un augment de la temperatura. Entre dos i cinc són les setmanes necessàries perquè es produísca aquest procés.

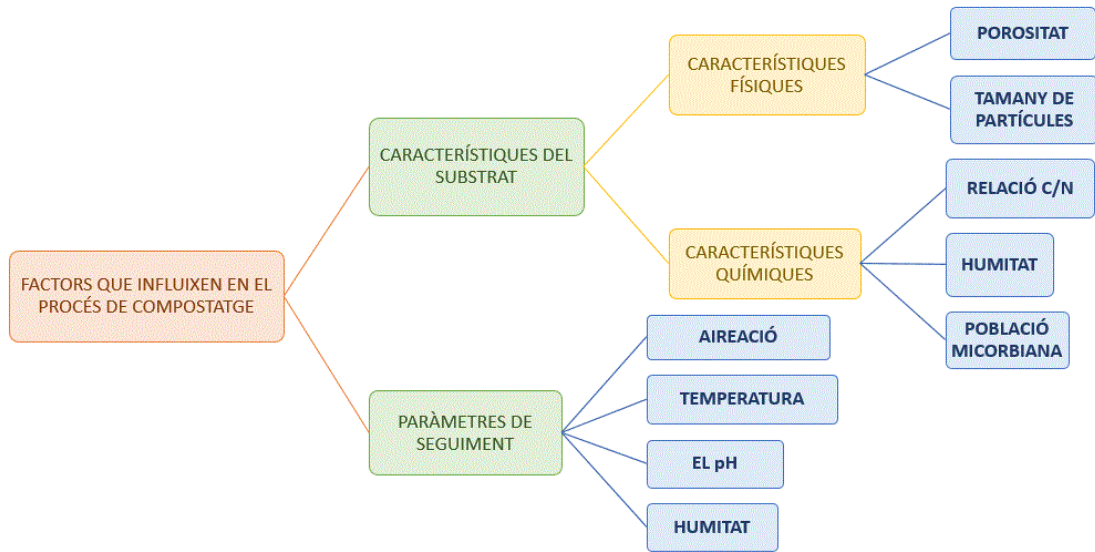
**Fase IV o de Maduració:** Aquesta última etapa és la més llarga de totes a causa de la baixa activitat metabòlica, normalment dura entre tres i sis mesos. Es desenvolupa a temperatura ambient a la qual es produeixen reaccions secundàries de condensació i polimerització d'humus. A més també es degraden àcids orgànics produïts en la fase termòfila, els quals són fitotòxics. Factors com el pH o el color permeten determinar si el compost està madur o no.

Més o menys així és com funciona el procés de compostatge, la duració dependrà de factors com la relació C/N, la humitat, la Temperatura, l'Oxigen, el pH o la població microbiana, que determinaran la velocitat.

## I.3.1 Factors del compostatge

El compostatge és un procés biològic dut a terme per microorganismes i perquè aquests treballen, cresquen i es reproduïsquen correctament necessiten tindre la quantitat suficient de nutrients i estar en unes condicions concretes. Aquests factors que influeixen tant en la vida dels microorganismes condicionen i determinen el desenvolupament del procés i l'obtenció d'un producte final de qualitat. Podem diferenciar entre dos tipus de factors, aquells que depenen de la naturalesa del substrat, i els coneguts com a paràmetres de seguiment.

# I. Introducció



Il·lustració 6: Factors influents en el procés de compostatge

## ***Porositat:***

Està relacionada amb l'aireació, a major porositat de la pila hi haurà major quantitat d'aire en contacte amb la pila i per tant una més oxigen a l'abast dels microorganismes.

## ***Mida de partícules:***

L'activitat dels organismes es desenvolupa generalment en la superfície de les partícules de substrat. Per aquest motiu interessen mides petits de tal forma que tinguem una major superfície i una major activitat. No obstant si les partícules són molt petites, la pila serà molt compacta, tindrà dificultats per a ser airejada i per tant l'activitat micorbiana disminuirà fent més lent el procés. Per això es recomana que les partícules siguen d'entre 2 i 5 cm.

## ***Relació Carboni/Nitrogen:***

Aquest és un dels factors més important en el compostatge, perquè el Carboni i el Nitrogen són els elements bàsics per al desenvolupament dels microorganismes. Per una part el C suposa l'aliment en forma de carbohidrats i el N es torba a les proteïnes i lípids indispensables per a constituir els microorganismes.

Per a poder arribar a un compost de qualitat és important tindre una relació equilibrada d'ambdós elements, que teòricament ha de ser d'entre 25-35 àtoms de Carboni per cada àtom de Nitrogen.

Si el nostre substrat està per damunt d'aquests valors, el N present no és suficient per al creixement de microbis, fent el procés més lent. En canvi si està per davall, tindrem massa nitrogen, que serà eliminat de la mescla en forma d'amoníac.

# I. Introducció

D'aquesta forma, la relació C/N ens permet conèixer la velocitat del procés sempre que les condicions de temperatura, humitat i aireació siguin les òptimes.

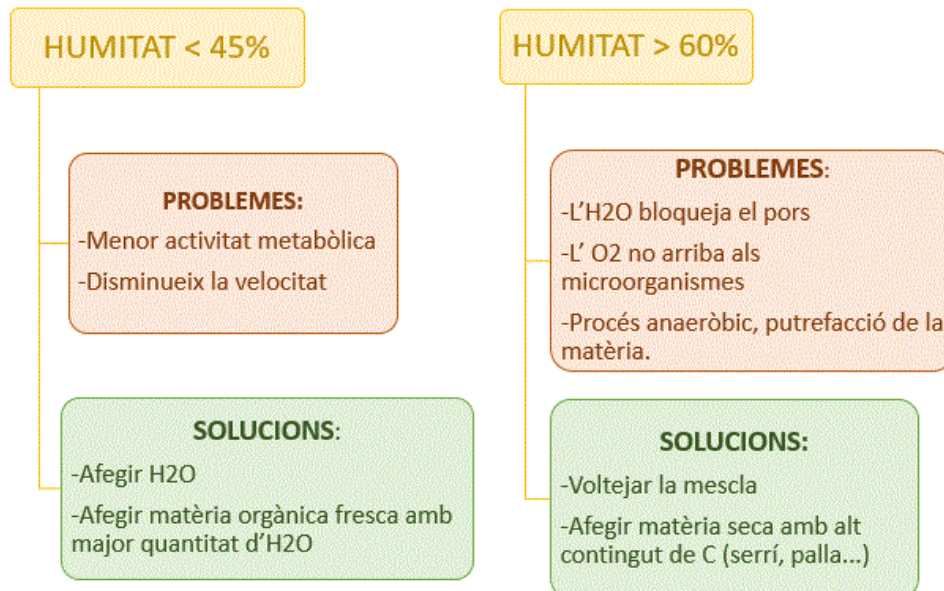
Generalment els residus animals (purins) i els materials verds i humits (residus de fruites i verdures...) tenen una relació baixa de C/N, no obstant materials llenyosos i secs (com les fulles seques, serrí...) tenen una alta relació. En el cas de tindre una relació baixa de C/N es pot afegir materials llenyosos i en cas de tindre-la alta Urea que és rica en Nitrogen.

## **Humitat:**

Per a poder transportar els nutrients i altres elements i realitzar l'intercanvi gasós, els microorganismes utilitzen l'aigua com a mitjà. En el procés de compostatge és imprescindible que la humitat estiga en nivells propers al 40-60%. Si el contingut d'aigua és major, la matèria orgànica es podreix pel fet que l'aigua ocupa tots els poros i no deixa passar l'oxigen. Per altra banda si els valors són molt petits, l'activitat dels microorganismes baixa i per tant disminueix la velocitat.

Aquest és un dels valors més importants a controlar i és clau per a poder produir compost de la forma més ràpida i òptima.

La humitat es pot valorar de forma manual, depositant la nostra mà sobre la pila de compost. Si en la mà apareixen algunes gotes d'aigua el compost està en condicions ideals, no obstant si al pressionar-lo aquest no es disgrega, ens falta humitat.



Il·lustració 7: Possibles problemes i solucions si estem fora dels paràmetres d'Humitat

# I. Introducció

---

## *Població microbiana:*

Com s'ha mencionat abans el compostatge és un procés dinàmic on treballen bacteris, fongs i actinomicets, simultàniament i en diferents ambients. A cada interval de temperatura actuen diferents tipus de microorganismes, que són els vertaders encarregats de convertir la matèria orgànica en compost.

## *Ventilació:*

Com s'ha mencionat abans, el compostatge és un procés aeròbic amb necessitats d'oxigen que és essencial per al metabolisme i la respiració dels microorganismes. Aquest procés té un doble objectiu, per una part aportar oxigen i per altra facilitar l'evacuació de  $CO_2$ .

Pel que fa a l' $O_2$  deu estar en concentracions majors al 5% i menors al 15%, per això el que normalment es fa és voltejar les piles per facilitar aquesta aireació, evitant així la compactació de la pila i millorant la mescla de materials. En el cas que l'oxigen estiga en valors superiors al 15% es produeix una evaporació de l'aigua i per tant una disminució de l'activitat metabòlica.

## *Temperatura:*

La temperatura és un dels valors més importants a tindre en compte, ja que coneixent-la es pot saber l'etapa en què es troba el procés de compostatge. És per tant un reflex de l'activitat biològica i està relacionada amb la mida de la pila, el contingut d'aigua i la relació C/N.

És imprescindible controlar la temperatura de les piles durant el procés, ja que per davall de 35 °C indiquen baixa activitat i que els microorganismes no estan treballant. Normalment per tal d'eliminar els patògens i paràsits, les piles arriben a temperatures properes als 70 °C, no obstant si superen aquest valor, poden eliminar els microorganismes que realitzen el procés i incrementar el risc d'incendis de la pila.

## *El pH:*

També és un factor important a tindre en compte, ja que aquest influeix en l'activitat dels microorganismes que participen el procés. Normalment el rang òptim es troba entre 6.5 i 8.0, variant segons l'etapa en què ens trobem.

El pH és més àcid en la primera i tercera etapa, per culpa de la presència d'organismes mesòfils, ja que produeixen àcids orgànics. En l'etapa termòfila (segona fase) aquest augmenta arribant a valors més bàsics, però és en la maduració quan els valors tornen a disminuir i s'estabilitzen.

# I. Introducció

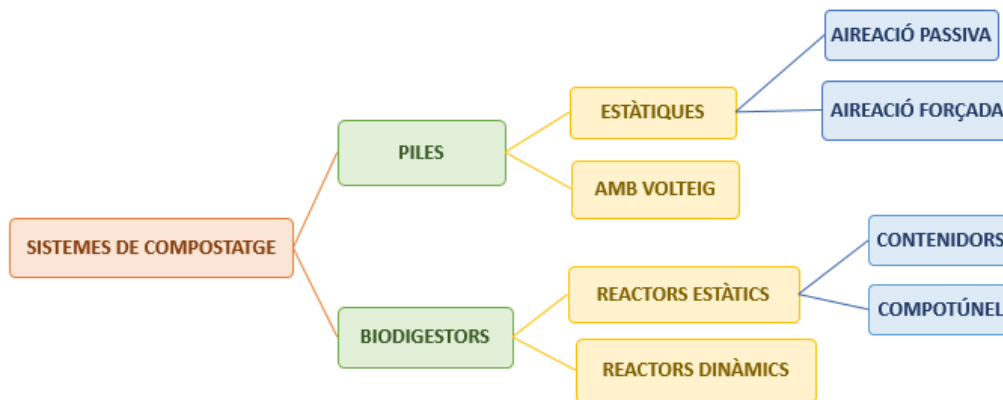
Taula 1: Resum dels valors ideals que han de tindre els Factors que influeixen en el compostatge

FACTORS INFLUENTS	VALORS ÒPTIMS
Tamany de partícules	2-20 cm
Humitat	45%-60%
Relació C/N	25-35
Ventilació (Quantitat $O_2$ )	5%-15%
Temperatura	35-70 °C
pH	6.5-8

També factors com la qualitat de la matèria orgànica i la quantitat de nutrients són importants i determinaran la qualitat del compost final.

## I.3.2 Sistemes de compostatge

Podem agrupar les formes de produir compost a partir de matèria orgànica en dos grans grups, mitjançant Piles o Biodigestors. Dins de cada classe trobem diferents tipus:



Il·lustració 8: Tipus de sistemes de compostatge

L'elecció d'un tipus o altre depèn de diversos factors com són el clima, el tipus de residu a tractar, disponibilitat de terreny o de capital. Els sistemes més econòmics, però més difícils de controlar, són les piles a l'aire lliure, no obstant els biodigestors i els sistemes de piles tancats necessiten una major inversió, però, són més efectius i les condicions de treball són més fàcils de controlar.

### SISTEMES DE PILES

Consisteix a amuntar la matèria orgànica sobre el sol i crear piles, per aquest motiu és el mètode més simple i per tant el més econòmic. Es pot realitzar a l'aire lliure o en

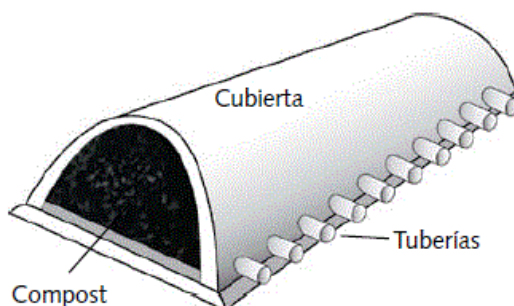
## I. Introducció

---

recintes tancats i un dels factors més importants a tenir en compte en aquests mètodes és la mida i l'alçada de la pila.

### *Compostatge passiu en piles estàtiques:*

Aquest és el sistema més simple i antic de tots, consisteix en apilar els residus orgànics, deixant que l'aireació es produïxca de manera natural a través de l'aire. No es realitzen operacions per tal de controlar la humitat, l'aireació, la temperatura o la població microbiana. Aquest fet fa que els microorganismes anaeròbics dominen el procés, fent que la descomposició siga lenta i que es produïxquen gasos, líquids i olors no desitjats.



*Il·lustració 9: Esquema del funcionament de les piles estàtiques amb ventilació passiva*

Normalment el producte que s'obté en aquest sistema no és d'alta qualitat (a causa del fet que no es controlen els factors que influeixen en el procés), no obstant com que no és necessària la mà d'obra ni control de cap variable, és un procés simple i de baix cost.

Per tal de facilitar el procés i que l'aire arribi a l'interior de la pila s'utilitzen canonades i estructures, com es pot observar en la Il·lustració 9, que permeten que el flux d'oxigen entre per la part inferior i s'escampe per tota la pila.

### *Compostatge passiu en piles estàtiques amb ventilació forçada:*



*Il·lustració 10: Pila de compostatge estàtica amb ventilació forçada*

La disposició de les piles és la mateixa que en el cas anterior amb l'única diferència que en aquest cas el que es fa és bombejar aire a l'interior de la pila, fet que ens permet un millor control sobre la concentració d'oxigen. Açò fa que els microorganismes aeròbics predominen en el procés, fent-lo més ràpid i evitant la emissió de substàncies indesitjades.

El compost obtingut és de millor qualitat que en el cas anterior, no obstant segueix sent de pitjor nivell que el produït mitjançant altres mètodes, ja que paràmetres com la humitat, pH o temperatura segueixen sense estar controlats.



# I. Introducció

---

L'aportació d'oxigen es realitza mitjançant un motor que injecta l'aire de l'exterior a l'interior de la pila i al mateix temps ens permet controlar el flux, que pot ser constant o a intervals.

## *Compostatge en piles de volteig:*

És un dels mètodes més comuns a causa que és simple, econòmic i el compost obtingut és d'una alta qualitat. Consisteix a disposar la matèria orgànica en piles allargades d'una amplària d'uns 2-5 metres i una altura d'1-3 metres. La forma i tamany d'aquestes varia en funció de les condicions climàtiques i de la maquinària disponible, factors que determinen també si la disposició de les piles es realitzarà en un lloc tancat o a l'aire lliure.



*Il·lustració 11: Compostatge en piles de volteig en espai protegit de l'aigua i el sol*

Les acumulacions de matèria orgànica es voltegen de forma regular mitjançant màquines (les voltejadores, són les màquines dissenyades per al compostatge) o manualment. La freqüència d'aquest volteig va de més a menys durant el procés, de tal forma que els factors que influeixen estiguen dins dels paràmetres ideals en tot moment, i depèn del tipus de matèria orgànica que s'utilitza.

Voltejant les piles evitem que queden compactes, afavorim el procés de mesclat i l'intercanvi gasós (permetent l'alliberació de  $CO_2$  produït pels microorganismes) i controlem la temperatura, la humitat i el pH.

Utilitzar aquest sistema en un lloc protegit de la pluja i del sol, és una de les propostes més comunes en la indústria del compostatge, ja que és un procés simple, econòmic i proporciona un producte d'alta qualitat.

## **BIODIGESTORS**

En aquest tipus de sistema el procés es du a terme en un bioreactor que és un recipient tancat, de tal forma que la matèria orgànica no està en cap moment en contacte directe amb l'exterior. Els avantatges més evidents sobre els sistemes esmenats anteriorment són el control d'emissions al medi, l'alt nivell de control dels paràmetres del procés i la relació entre el volum de residu tractat i la superfície ocupada. Açò permet obtenir un compost d'alta qualitat de forma més ràpida, no obstant és necessària una major inversió de capital.

Podem trobar dos tipus de reactors en funció de si mouen o no la matèria.

# I. Introducció

---

## *Reactors dinàmics:*

Són reactors cilíndrics que tenen sistemes mecànics (com pot ser un cargol sense fi) a l'interior que permeten moure el material a l'interior fent-lo avançar al mateix temps pel reactor. Per tal de controlar el procés tenen sondes de pH, humitat i temperatura a l'interior. Els més comuns tenen forma cilíndrica o de tambor, es disposen de forma horitzontal i tenen el sol perforat per tal de captar el lixiviats i ventilar la massa.



*Il·lustració 12: Exemple de reactor dinàmic*

El primer sistema de compostatge amb aquestes característiques va ser el conegut com DANO i un dels avantatges d'aquest és la possibilitat d'escalar segons les nostres necessitats. Hi ha reactors dinàmics que poden estar destinats a us domèstic, on la quantitat de matèria orgànica a tractar es poca, i també hi ha de més grans amb un us més enfocat a la indústria.

## *Reactors estàtics:*

En aquest cas són dispositius més senzills degut a que no tenen moviment propi o elements interns com a tal. Destaquen dos tipus els Túnel i els Contenedors.

### *- Compotúnel*

Poden ser espais rectangulars o semicirculars on s'introdueix la matèria orgànica per a ser convertida en compost. Permeten un excel·lent control del paràmetre al llarg del procés, sempre que les sondes de temperatura i els dispositius captadors de gasos estiguen ben distribuïts. Tota la informació captada pels sensors és enviada a un sistema de control que regula els paràmetres (controla fins i tot la pressió del túnel) per tal de mantenir en les condicions ideals i obtenir el compost de millor qualitat possible. Els lixiviats generats durant el procés són arreplegats i reutilitzats per a humidificar el procés en la següent partida.



*Il·lustració 13: Planta de compostatge basada en el sistema de Compotúnel*



# I. Introducció

---

## - Contenedors

En aquest cas són estructures rectangulars, amb un sol que ens permet ventilar i arreplegar lixiviats i estan fets d'acer anticorrosiu. Generalment són prou cars, però molt versàtils perquè poden treballar en molts tipus de residus orgànics, no obstant no poden treballar amb grans quantitats. Els paràmetres que es tenen en compte i la forma de fer-ho són molt similars al cas anterior.

Generalment aquestes són les opcions més comunes per tal de produir compost. Els bioreactors són més exactes, proporcionen un compost d'alta qualitat, però la inversió de capital és molt elevada. No obstant el sistema de volteig de piles en un lloc aïllat, ens proporciona un compost de característiques semblants (pel que fa a la qualitat) fent una inversió econòmica molt més petita. La selecció del sistema de compostatge dependrà del clima, la capacitat econòmica, els requeriments de qualitat i la localització del projecte.

## **I.3.3 Seguretat, Higienització i Innocuïtat**

Per tal d'assegurar una producció de compost de qualitat sense riscos per al medi ambient i els essers humans, és important desenvolupar el procés en un marc segur i obtenir un compost higiènic sense bacteries que poden enverinar cultius o consumidors.

### *Seguretat:*

En les plantes de compostatge els incendis poden ser un problema freqüent, a causa de la gran quantitat de residus de fusta, fulles seques, paper... Elements com mistos, cigarrets o l'augment de la temperatura de la pila per damunt dels 75 °C poden desencadenar un incendi difícil de controlar. A més aquests són difícils de controlar perquè no es poden veure a simple vista, ja que el foc comença a l'interior de la pila, on la temperatura és més alta.

Per a evitar aquest tipus de fenòmens cal tindre un bon control de la humitat (que ha d'estar per damunt del 40%) i comprovar que està ben distribuïda dins de la pila, evitant que hi haja zones més seques que altres.

### *Higienització i Innocuïtat:*

Perquè un compost siga apte per a la venda no pot contenir components tòxics per a les plantes o l'ambient, per això cal evitar la presència de:

**Amoníac i sulfats ( $NH_3$  i  $SO_4$ ) en lixiviats:** Afavoreixen la producció d'àcid sulfhídric i diòxid de nitrogen que són considerats gasos d'efecte hivernacle amb importants impactes negatius sobre el medi ambient i el canvi climàtic.

# I. Introducció

---

**Metalls pesants:** Són compostos que no es destrueixen ni es descomponen i poden ser assimilats per les plantes i després pels animals o els humans al llarg de la cadena tròfica.

**Patògens:** Generalment són bacteris o paràsits que poden afectar tant a humans com a plantes. Per tal d'eliminar-los i obtenir un compost inòcua, es juga amb el temps i les temperatures elevades. Com s'ha mencionat abans, si el procés de compostatge es du a terme d'una forma correcta, hi ha moments que es pot arribar a temperatures de 70 °C i per arribar és necessari un correcte control de la humitat, ventilació i el tamany de partícula. D'aquesta forma la temperatura en la pila és homogènia i es poden eliminar quasi tots els bacteris i paràsits. La *Taula 2* mostra alguns exemples de patògens, a quina temperatura desapareixen i quant temps deuen estar a aquesta.

*Taula 2: Bactèries, temperatura a la que moren i el temps que han d'estar*

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55°C	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55°C	3 días

# I. Introducció

---

## I.4 Compost



*Il·lustració 14: Sacs de compost disponibles per a la seua venda o utilització*

Quan tota la matèria orgànica ha sigut degradada i transformada en compost orgànic estable, ja està disposta per a ser utilitzat com a fertilitzant i enriquir el sòl. Normalment aquest procés dura uns 6 mesos i si el compost obtingut és de qualitat tindrà un color obscur (quasi negre), una olor semblant a terra humida i estarà un poc banyat. Gràcies a les seues característiques químiques i físiques és capaç de retenir un gran quantitat d'aigua, millorar el creixement de les plantes i agregar elements essencials al sòl, el que el converteix en un potencial substitut per a fertilitzants químics.

No obstant totes aquestes característiques vendran determinades pel tipus de residu o matèria orgànica utilitzada, la tecnologia emprada i la duració del procés, que faran que el compost siga de més o menys qualitat.

### I.4.1 Aspectes a controlar en el compost

Considerar que un compost és acceptable o no dependrà del destí del producte, la protecció del medi, els requeriments del mercat i els aspectes legals. Amb l'estudi de quatre factors es pot avaluar més o menys la qualitat:

- **Aspecte i olor acceptables:** L'aspecte i l'olor deuen ser de terra banyada, amb un color marró obscur quasi negre.

- **Higienització correcta:** No poden haver microorganismes patògens o bacteries que puguen ser perilloses tant per a cultius com per a essers vius.

- **Baix nivell de contaminants:** Ha d'haver-hi un baix nivell d'impureses i s'ha d'evitar la presència de metalls.

- **Alt nivell de nutrients útils per a la indústria agronòmica:** Alta presència d'elements químics necessaris per a l'alimentació de les plantes com són el Nitrogen, Fòsfor, Potassi, Calç, Ferro, Carboni...

Aquests quatre factors ens informen aproximadament de quin és més o menys l'estat del nostre compost, no obstant també hi ha que tindre en compte altres aspectes com són:

- **Qualitats físiques:** Granulometria, porositat o capacitat de retenció d'aigua.

- **Qualitat químiques:** Contingut de matèria orgànica, pH, velocitat de mineralització i presència de contaminants.

# I. Introducció

- **Qualitat biològica:** Presència de microorganismes patògens.

No obstant la llei que regula la producció de compost és el Reial decret 824/2005 grup 6, que enuncia que per a que un compost es pugui utilitzar, ha de complir els següents paràmetres:

Taula 3: Paràmetres físics-químics del compost exigits pel Reial decret 824/2005

Paràmetres físics-químics	
Humitat	30-40 %
Relació C/N	< 20
Matèria orgànica	< 35 %
Impureses de diàmetre > 2mm	< 3 %
Pedres i grava amb diàmetre > 5mm	< 5 %
Diàmetre del 90 % de les partícules	< 25mm

Taula 4: Paràmetres microbiològics del compost exigits pel Reial decret 824/2005

Paràmetres microbiològics	
Salmonella	Absent en 25g de producte
Escherichia coli	< 1000 NMP per g de producte

Aquesta llei determina tres tipus de compost segons la quantitat de metalls pesats, sent la Classe A la menys contaminada i la Classe C la més, com mostra la Taula 5.

Taula 5: Metalls pesats que pot tindre el compost segons el Reial decret 824/2005

Metalls pesats			
Metall	Classe A	Classe B	Classe C
Cd (mg/kg de ms)	0,7	2	3
Cr (mg/kg de ms)	70	250	300
Cu (mg/kg de ms)	70	300	400
Hg (mg/kg de ms)	0,5	1,5	2,5
Ni (mg/kg de ms)	25	90	100
Pb (mg/kg de ms)	45	150	200
Zn (mg/kg de ms)	200	500	1000

## I.4.2 Aplicacions del compost

Com s'ha mencionat anteriorment el compost és capaç d'enriquir les propietats físiques, químiques i biològiques del sòl. Al afegir-lo, incrementen la capacitat de retenció d'aigua, disminuïm les possibilitats d'erosió i afavorim l'intercanvi gasós. També millora l'activitat biològica del mateix ja que proporciona aliment als microorganismes i promou la diversitat bacteriana.

Totes aquestes característiques i moltes altres, fan d'aquest un material molt útil en el món de l'agricultura. Avui en dia és un producte indispensable en aquesta indústria i

# I. Introducció

---

permet substituir altres elements que són més contaminants i perjudicials per al medi. Entre tots destaquen els següents usos del compost orgànic:

**Esmena orgànica de sòls:** El principal ús del compost és com a material destinat a mantindre o incrementar el nivell de matèria orgànica en el sòl. Aquesta està implicada en processos de retenció de l'aigua, subministrar nutrients i la capacitat degradativa dels camps. Estudis científics afirmen que amb freqüència la matèria orgànica no es reposa adequadament en els camps de cultiu, per aquests motius el compost és molt útil en aquells que estan sotmesos a una explotació més o menys intensa.

**Fertilitzant orgànic:** El compost té un alt contingut en nutrients com el Nitrogen, Potassi, Calci, Magnesi o Fòsfor que són alguns dels imprescindibles per a que les plantes puguin créixer. A més a diferència dels fertilitzants químics (que són més contaminants), aquest és capaç d'entregar el N d'una forma més lenta, de tal forma que poc a poc va millorant la fertilitat i la vida del sòl.

**Té de compost:** Altre dels usos és la elaboració de té de compost, un fertilitzant líquid que si s'aplica sobre les plantes i les fulles és una font ràpida de nutrició.

**Control de males herbes:** El compost en estat immadur pot ser aplicat com embutat de sòls o mulch produint una disminució en l'aparició de males herbes. Açò és així per la disminució del pas de la llum i la presència d'àcids grassos.

**Substrat:** El compost madur pot substituir de forma parcial la turba utilitzada en plantes en tests, no obstant aquest deu tindre una baixa salinitat ja que sinó disminueix la germinació i el correcte desenvolupament de les plantes.

En definitiva aquests són alguns dels exemples de possibles aplicacions del compost, no obstant destaca com a substitut d'altres esmenes orgàniques (fem i purins) o com a alternativa a la fertilització, degut al seu alt contingut de matèria orgànica.



*Il·lustració 15: Possible us del Té de compost en camps de cultiu*



*Il·lustració 16: Exemple de substitució de turba per compost en test per a germinació*

# I. Introducció

## I.5 Disseny de la planta

A Espanya les regions properes al Mediterrani són un dels productors de vi més importants, concretament a la Comunitat Valenciana l'any 2017 es van obtenir 2149 hectolitres, sent la quarta regió per darrere de Castella-La Manxa, Catalunya i Extremadura.

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar una planta de compostatge per tal de tractar els residus obtinguts en la producció del vi en la Bodega Cooperativa de Castalla. D'aquesta forma reduïrem de forma local la quantitat de residus, obtenint com a producte un compost orgànic que serà fàcil de vendre, ja que la població de l'Alacantí té una altra producció agrícola el que es tradueix en una elevada demanda de fertilitzants orgànics.

En aquest cas va a produir-se compost a partir del conegut com orujo de raïm, que és el material llenyós resultant del premsat del raïm, format per pells, polpa, llavors i raspa, i lies, que estan formades per microorganismes i restes de raïm. Aquest es podrà vendre en la mateixa Cooperativa (ja que també dona servei de venda de productes agrícoles) o inclús podrà ser reutilitzant en els mateixos camps de cultiu de raïm.



Il·lustració 17: Exterior de la Bodega Cooperativa de Castalla

### I.5.1 Situació Geogràfica

Castalla és una localitat de la província d'Alacant situada a l'interior, en la comarca de l'Alcoià. Actualment són 10000 les persones que l'habiten i l'economia dels seus ciutadans es manté gràcies a una bona activitat industrial, que es complementa amb una bona producció agrària.

En el cas de la Bodega Cooperativa de Castalla, dona servei a tots els seus socis de Tenda (de productes relacionats en el món de l'agricultura), d'Almàssera i de Premsa de raïm. Produïx oli entre els mesos de Novembre i Febrer i Vi tint en Agost, Setembre i Octubre. En el cas de l'oli és venut en el mateix establiment, però en el cas del vi és la bodega de vins Alacantins *Bocopa* la que s'encarrega de comercialitzar-lo.



Il·lustració 18: Situació geogràfica de Castalla. Entre les poblacions d'Alacant, Alcoi i Elda



# I. Introducció

---

La Cooperativa està localitzada en el Polígon industrial de la Foia en Castalla, concretament en la Avinguda d'Alcoi al número 22.



*Il·lustració 19: Localització de la Bodega Cooperativa de Castalla*

## I.5.2 Producció

Com s'ha mencionat anteriorment la Bodega Cooperativa de Castalla fa la funció de tenda, d'Almàssera i de Bodega. La tenda està oberta a tot el públic i ofereixen productes relacionats en el món de l'agricultura com poden ser eines per a treballar la terra, fertilitzants, additius per al sòl... També venen els productes que allí mateixa es treballen, com l'oli, el vi o fruites provinents d'agricultors locals. Cal dir que l'establiment està associat amb *Coarval* que és una gran empresa que proporciona productes agrícoles a cooperatives.

Pel que fa a l'almàssera treballa durant quatre mesos aproximadament, període que coincideix amb la recol·lecta de les olives, que va des de Novembre fins a Febrer. En aquesta època es treballa a ple rendiment, arribant a treballar 24 h al dia durant els 7 dies de la setmana quan la demanda ho requereix. Tan sols els socis tenen dret a dur les olives allí i es produeix Oli d'oliva Verge.

## I. Introducció

---



*Il·lustració 20: Oli d'oliva verge, produït a l'almàssera de la Bodega Cooperativa de Castilla*

La Bodega treballa, d'Agost a Octubre produint vi tint, període que coincideix amb la recol·lecta del raïm i igual que l'almàssera, tan sols els socis tenen accés a ella. Quan la demanda ho requereix també es reballa les 24 h durant els 7 dies de la setmana. Una vegada produït el vi és Bocopa (Bodega de vins amb denominació d'origen alacantina) l'encarregada de distribuir-lo i embotellar-lo, però també podem comprar-lo en la mateixa cooperativa. Aquest projecte va a focalitzar-se més en el treball desenvolupat en la Bodega, ja que l'objectiu principal és tractar els residus provinents de la producció de vi.



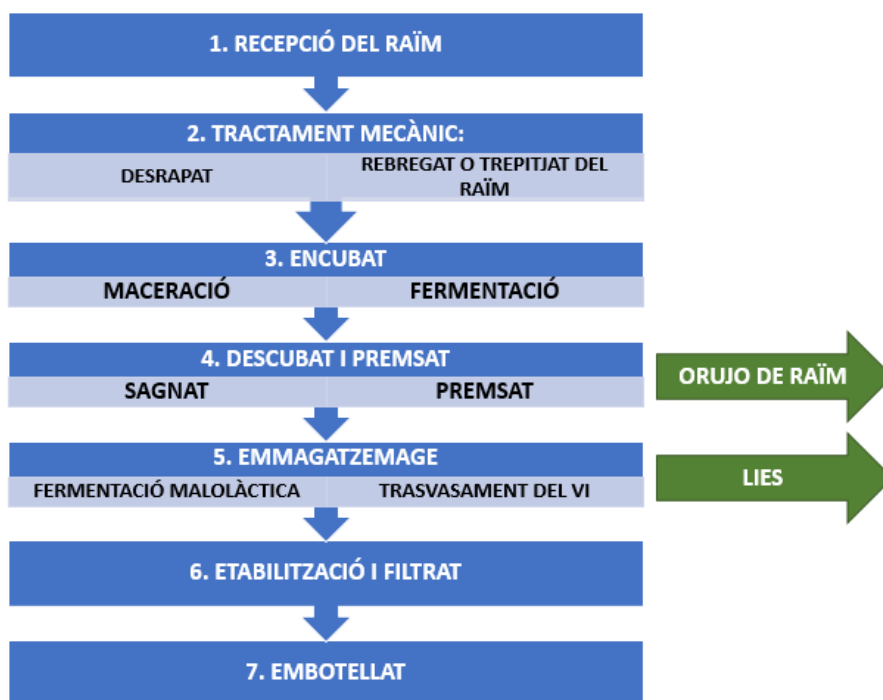
*Il·lustració 21: Vi produït en la Bodega Cooperativa de Castilla*



# I. Introducció

## I.5.3 Producció de vi o Vinificació

La producció de vi és el conjunt de processos necessaris, per tal de convertir el suc de raïm, conegut com most, en la beguda alcohòlica que és el vi. Està basada en la fermentació alcohòlica dels sucres presents en l'esmenat suc i en reaccions que es produeixen durant la maduració.



Il·lustració 22: Diagrama dels processos necessaris per a produir vi

El raïm és la base de tot el procés, es una fruita que brota de la vinya i està en condicions de ser recol·lectada entre Agost i Octubre. Hi ha de diferents classes però per a l'obtenció de vi tint s'utilitza el raïm de color obscur (*Merlot, Malbec, Pinot Noir, Cabernet Sauvignon, Syrah, Tempranillo...*) i generalment el procés en si es coneix com Vinificació i està format per set passos.

**1. Recepció del raïm:** El raïm és recollit i deu arribar a la bodega el mateix dia que ha sigut recol·lectat, evitant en el possible que siga xafigat o que es calfe. Es transporta amb tractors fins a la cooperativa i una vegada allí es pesa i es pren una mostra de cada remolque, per tal d'estudiar l'estat i la presència d'àcids i sucres.

**2. Tractament mecànic:** En aquest pas el que es fa es transportar i convertir el raïm en most. Podem trobar tres processos:

# I. Introducció

---

**Desrapat:** Consisteix en la separació de l'espina. Aquest procediment es pot dur a terme tant abans com després del rebregat, no obstant si es lleva abans s'eviten sabors vegetals o d'herba obtenint un producte final més fi i suau.

**Rebregat o trepitjat del raïm:** És el procés mitjançant el qual s'extrau el suc del raïm. En l'actualitat es du a terme mitjançant premses i és un procés que s'ha de fer acuradament perquè no interessa triturar els restos del raïm (polpa, pell...) i les llavors, ja que proporcionen sabors indesitjables al vi. També cal tindre en compte que la qualitat del most serà major com menys es pressione el producte inicial.

**3. Encubat:** La pasta formada per most, pell, polpa i llavors es trasllada a grans dipòsits on es mantindrà durant un temps aproximat d'1 o 2 setmanes. Dos són les reaccions principals que es donen en aquest cas.

**Maceració:** És un procés que dura diversos dies i comença quan el most entra en contacte amb la pell, la polpa i les llavors del raïm. L'objectiu d'aquesta etapa és aconseguir que les parts sòlides aporten color i aromes al vi.

**Fermentació:** Aquest fenomen és un dels més importants en el procés de vinificació i es dona uns dies després de l'inici de l'encubat. Consisteix en la fermentació alcohòlica dels sucres presents en el most i açò es produeix sense necessitat d'additius gràcies als llevats que es troben a la pell i a les llavors del raïm. En vins tints el procés dura uns 15 dies i es produeix a una temperatura d'uns 26-30 °C.

**4. Descubat i premsat:** Una vegada ha transcorregut el temps necessari i s'han fermentat tots els sucres, el vi ja està disponible per a ser separat de la matèria sòlida. Diferenciem dos tipus de processos:

**Sagnat:** Consisteix a escórrer per gravetat el vi i el que s'obté és el conegut com vi llàgrima. Aquest és el de major qualitat i es trasllada directament a dipòsits d'acer inoxidable o a bótes.

**Premsat:** Una vegada s'ha estret tot el líquid queda una pasta, que encara té un alt contingut de vi. Aquesta és premsada i s'obté un vi de menor qualitat anomenat vi de premsa, que no es mescla amb l'obtingut en el procés anterior. Cal destacar que la pasta resultant és coneguda com a orujo de raïm i és un dels residus generats en el procés.

**5. Emmagatzematge:** Una vegada ja tenim separat el líquid del sòlid el vi és emmagatzemat en dipòsits i es deixa reposar fins a una o dues setmanes. En aquest temps es produeix la coneguda com Fermentació Malolàctica on disminueix la intensitat del color, el vi s'estabilitza microbiològicament i agafa un sabor més agradable. Passat aquest procés químic el que es fa és traspasar el vi resultant a altre dipòsit, separant-lo així de les lies, que són restes de llevats i altres productes sòlids. Com que pesen més que el líquid, precipiten i queden al fons del dipòsit on s'ha fet la fermentació.

## I. Introducció

---

Seguidament es produeix la maduració del vi i després la Criança en Bóta (si és necessària) que consisteix en l'envelliment i la maduració del vi en recipients de fusta. Depenent del temps que passe en aquests dipòsits podrem diferenciar entre quatre tipus de vins:

Taula 6: Tipus de vins segons el seu temps de repòs en bota

TIPUS DE VI	TEMPS DE REPÓS TOTAL	DELS QUALS EN BÓTA
Jove	6 mesos (Vins del mateix any)	No necessari
Criança	24 mesos	6-8 mesos
Reserva	36 mesos	10-14 mesos
Gran reserva	60 mesos	18-20 mesos

En la Bodega Cooperativa de Castalla es produeixen sobre tot vins de tipus Criança i en algunes ocasions Reserva (però és poc freqüent).

**6. Estabilització i Filtratge:** Després de la maduració i emmagatzematge del vi es produeix l'estabilització i el filtratge. En l'estabilització se sotmet el vi a temperatures d'entre -4 i -6 °C, de tal forma que precipiten elements que no interessin. Seguidament es produeix el filtrat per tal d'eliminar els sediments i deixar el vi sense impureses. Per a finalitzar en aquesta etapa s'analitza la qualitat del vi i és embotellat.

**7. Embotellat:** Finalment, el vi s'envasa en botelles, mitjançant màquines que permeten fer el buit al seu interior, i es tanquen amb taps de suro. També es produeix un procés de criaça en les botelles que dura uns 10 o 20 mesos i posteriorment es produeix l'etiquetatge.

Per a acabar cal destacar que la Bodega Cooperativa de Castalla, tan sols produeix vins tints i que segueix els passos esmenats anteriorment, que són diferents de la producció de produir vi blanc o rosat.

### I.5.4 Característiques dels residus:

En el procés d'obtenció de vi tint es generen tres tipus de residus, la raspa, l'orujo i les lies. En el cas de la Cooperativa de Castalla, per tal de produir el vi no eliminen la raspa del raïm i per tant arrepleguen en l'etapa de premsat una massa humida formada per la raspa, els ossos i la polpa del raïm. Generalment els residus estan formats per un 70% d'Orujos, un 10% de Raspa, un 12% de Lies i la resta correspon a les aigües residuals.

#### Orujo de vi:

Apareix en la quarta etapa, una vegada el procés de fermentació ja s'ha produït i se separa el vi de la part sòlida. Normalment està format per un 50% de pells, 25% de llavors o ossos i 25% tiges, no obstant aquests valors dependran del tipus de raïm i de les condicions del procés. Pel que fa a la seua composició i les seues característiques físiques-químiques estan resumides en la *Taula 7*.

# I. Introducció

---

Com ha passat per un procés de premsat per a poder extraure la major quantitat de vi, la humitat no és molt elevada i tindrà un aspecte pastós.

## Lies:

Com s'ha explicat anteriorment les lies, també conegudes com a pòsits o femta (*heces* en castellà) del vi, són separades després de la Fermentació Malolàctica, al pesar més cauen al fons del dipòsit i es poden separar del producte final per decantació. Bàsicament les lies són microorganismes com bacteris i llevats, que s'encarreguen de dur a terme la fermentació alcohòlica. Una vegada aquesta ha passat i el vi comença el procés de maduració aquestes cessen la seua activitat i es depositen al fons del dipòsit per un procés conegut com a clarificació. Les seues característiques químiques estan resumides a la.

## Raspa:

Depenent del tipus de bodega i de les característiques del vi que es desitgen, la raspa s'extrau al principi o directament amb l'orujo. Aquesta és un material llenyós amb una gran quantitat de carboni i amb poca humitat. En el cas de la Bodega Cooperativa de Castalla s'extrau junt amb l'orujo en l'etapa de premsatge. Pel que fa a les seues característiques químiques són molt similars com s'observa en la *Taula 7*.

Com que aquest és un treball teòric, anem a basar-nos en altres estudis per tal de conèixer les propietats físiques-químiques de l'orujo, les lies i la raspa. Cada bodega treballa d'una forma i amb distints tipus de raïm, per això és difícil trobar uns residus amb idèntiques característiques als proporcionats per la Cooperativa de Castalla. Seria interessant realitzar un estudi en el laboratori d'aquests components no obstant això, nosaltres anem a basar-nos en el llibre editat per Singh-Nee Nigam, P. i Pandey, A. (2009). *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation* concretament en el capítol de Jin, B. I Kelly, J. M. *Chapter 15: Wine Industry Residues* i també en l'article de Romero, E., Plaza, C., Senesi, N., Nogales, R. i Polo, A. (2007). Humic acid-like fraction in raw and vermicomposted winery and distillery wastes, *Geoderma* 139, 397-406.

# I. Introducció

Taula 7: Característiques químiques dels residus de la Vinificació

	Raspa	Orujo	Lies
Matèria Orgànica (g/kg)	920	915	759
P (g/kg)	0.94	1.15	4.94
K (g/kg)	30	24.2	72.8
Na (g/kg)	1.25	1.2	1.385
Ca (g/kg)	9.5	9.4	9.6
Mg (g/kg)	2.1	1.2	1.6
Fe (g/kg)	0.128	0.136	0.357
Mn (g/kg)	0.025	0.012	0.012
Cu (g/kg)	0.022	0.028	0.189
Zn (g/kg)	0.026	0.024	0.046
Polyphenols (g/kg)	23.9	10.6	8.9

Taula 8: Factors importants per al procés de compostatge del orujo de raïm i la mescla d'aquest amb les lies

	Orujo de raïm	Orujo de raïm + lies
pH	6.4 ± 0	6.3 ± 0
CE (dS/m)	1.5 ± 0	5.3 ± 0
Total N (g/kg)	18.8 ± 0.4	19.3 ± 0.5
TOC (g/kg)	475 ± 0	492 ± 22
TEC (g/kg)	33 ± 5	61 ± 4
FAC (g/kg)	30 ± 1	46 ± 2
HAC (g/kg)	3 ± 0	15 ± 4
C/N	25	25
HR (%)	7	12

CE - Conductivitat Eléctrica.

TOC - C Orgànic Total.

TEC - C Extraible Total.

FAC - C Àcid Fúlvic.

HAC -C Àcid Húmic.

HR - Humitat.

# I. Introducció

---

## I.5.5 Aplicacions

Els residus produïts en la vinificació són encara molt rics quant a propietats, el que els fa atractius per a la seua reutilització. Els orujos tenen un alt contingut de sucre, lípids, proteïnes i fibra, i les lies destaquen pel seu contingut d'àcid tartàric, proteïnes, fibra, sucre, pigments i lípids. Aquestes característiques els fan ideals per a ser reutilitzats en el sector de l'Alimentació, la Cosmètica i la Indústria en general.

### Aplicacions per a l'alimentació:

Tradicionalment els subproductes del vi han sigut utilitzats per a obtenir alcohols i àcids com el tartàric, màlic o cítric. L'orujo del vi, del que s'ha parlat anteriorment s'utilitza per a obtenir la coneguda beguda alcohòlica Orujo, destil·lant la mescla d'ossos, pells i raspa amb aigua. En l'actualitat hi ha nous estudis que proposen noves aplicacions com la utilització d'orujo de raïm per a prevenir l'oxidació i la proliferació de microbis en aliments amb un alt contingut de lípids, com per exemple el peix. També poden ser utilitzats per a obtenir colorant d'alimentació.

### Aplicacions en la cosmètica:

Aquest sector encara està en vies de desenvolupament, però ja hi ha estudis que verifiquen els residus del vi tenen un important paper en la protecció contra els rajos UV. Els orujos són realment interessants a causa de l'alta quantitat de polifenols que tenen, el problema està en l'extracció d'aquests, no obstant ja hi ha cremes en el mercat amb aquest component.

### Aplicacions en la indústria ramadera:

En l'actualitat s'utilitza com a suplement del penso que es proporciona al bestiar, a causa dels bons valors nutricionals i el seu reduït cost.

### Aplicacions en la obtenció d'energia:

Com la raspa i l'orujo són prou llenyosos, si se'ls lleva gran part de la humitat que tenen es poden utilitzar com a biocombustible sòlid. Fins i tot, existeix la possibilitat de convertir-los en pellets per tal d'utilitzar-los en estufes.

No obstant en els últims anys ha sorgit una nova tendència que consisteix a fermentar l'orujo de raïm, per tal d'obtenir bioetanol, que pot ser reutilitzat per tal de resoldre les necessitats energètiques de la vinificació.

### Aplicacions en la indústria agrícola:

Una forma eficaç d'utilitzar i assegurar una agricultura sostenible és retornar aquests compostos al sòl en forma de fertilitzants. No es poden lliurar directament els residus als camps de cultiu, han de passar per un ximple procés de compostatge prèviament. No

## **I. Introducció**

---

obstant això, aquest fertilitzant orgànic proporciona molt bones propietats a la terra, des de microorganismes fins a matèria inorgànica com Ca, Mg, P, C o N.

Arribats a aquest punt podem afirmar que els residus procedents de la vinificació tenen cada vegada més aplicacions, fet que permet revalorar la matèria i disminuir els residus produïts en la producció del vi. L'alta qualitat dels residus i el seu barat cost, el fan una matèria molt interessant en una gran quantitat de sectors.





## **II. OBJECTIUS**

# **OBJECTIUS**



## **II. Objectius**

---

### **II.1. Objectiu general**

L'objectiu principal d'aquest projecte és la valorització dels residus generats per la Bodega Cooperativa de Castalla, durant els mesos d'Agost, Setembre i Octubre, que corresponen amb els mesos en què es produeix el vi.

Per tal d'assolir-lo es generarà un compost orgànic d'alta qualitat, a partir de l'orujó del vi i les lies (els dos residus del procés de vinificació), mitjançant una planta de compostatge basada en el sistema de piles de volteig. D'aquesta forma es podran reutilitzar els residus de la producció de vi com a matèria primera per tal d'obtenir un fertilitzant orgànic que serà venut en la mateixa cooperativa.

### **II.2. Objectius particulars**

S'han de definir objectius particulars, per tal d'emmarcar el projecte i saber exactament quina és la direcció:

1. Determinar la quantitat de residus a tractar, tenint en compte que és un treball estacional, ja que depèn de la recol·lecció del raïm (que es realitza entre Agost i Setembre).
2. Estudi de les instal·lacions actuals, amb el fi de determinar si seria possible incorporar la nova planta de compostatge en la mateixa Cooperativa. En cas que no buscar el terreny més adequat.
3. Estudi del volum i l'àrea necessàries per a dimensionar la unitat de recepció de residus.
4. Estudi del temps de compostatge dels residus basant-se en la bibliografia relacionada.
5. Estudi dels sistemes viables tant tècnicament com econòmicament per a la ventilació, mesura de temperatura i altres variables i transport del compost.
6. Estudi de les cintes transportadores necessàries.
7. Estudi econòmic de la implantació de la unitat de compostatge amb l'objectiu de veure si és rendible.



**III. DESENVOLUPAMENT  
DEL PROJECTE**

**DESENVOLUPAMENT  
DEL PROJECTE**

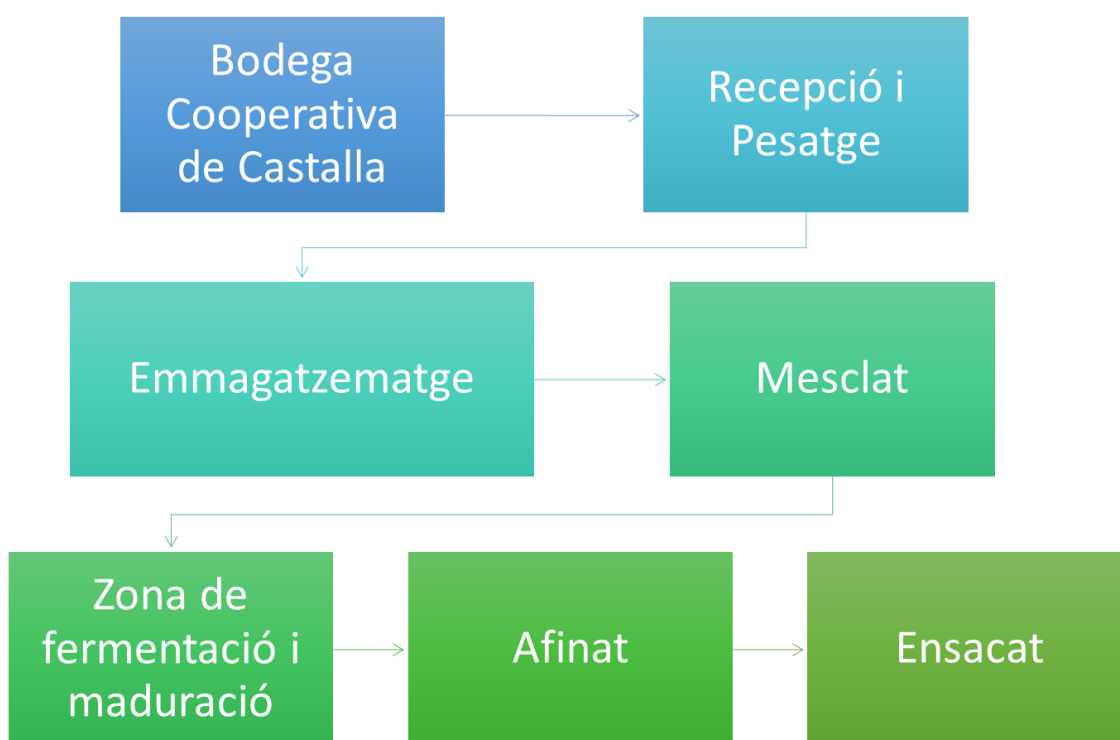


### III. Desenvolupament del projecte

---

#### III.1. Descripció del procés

Una vegada s'ha produït el vi, els residus estan disponibles per a ser tractats en la planta de compostatge i per tal d'arribar al compost final haurà de passar per diferents etapes. Només arribar a la planta els residus seran pesats i emmagatzemats, seguidament es produirà el mesclat i a continuació la matèria serà disposada en piles amb l'objectiu de què es produïsquen els processos de fermentació i maduració de la millor forma possible. Més o menys així és com funcionarà la planta, però per tal de ser més exactes s'ha de fer una descripció més profunda i diferenciar en les següents etapes.



*Il·lustració 23: Diagrama dels processos duts a terme en la planta de compostatge*

**1. Recepció:** Els residus de la Bodega Cooperativa de Castalla arribaran a la planta mitjançant tractors amb remolcs o camions. Una vegada allí passaran per una zona de pesatge on es determinarà la quantitat rebuda i els materials seran disposats en un magatzem temporal. Com que la quantitat de residus a tractar és menor a 1000 t/any, no hi ha obligació legal d'instal·lar una bàscula externa, no obstant en aquest cas sí s'instal·larà.

**2. Emmagatzematge:** Una vegada els residus han sigut pesats es disposen en un magatzem temporal. És important que aquest tinga el sòl de formigó amb certa inclinació, per tal de poder recollir els lixiviats en cas que la matèria en solte.

### III. Desenvolupament del projecte

---

**3. Homogeneïtzació:** Abans de començar el procés de compostatge els residus de la vinificació han de ser mesclats mitjançant una homogeneïtzadora, de tal forma que la composició física-química de les piles siga estable i homogènia.

**4. Zona de fermentació i maduració:** Quan els residus ja tenen una composició més o menys homogènia, es transporten a l'espai on ocorrerà la degradació aeròbia a càrrec dels microorganismes presents. En aquesta etapa es degrada la matèria orgànica, que du com a conseqüència una reducció considerable del volum, es produeix el procés d'higienització i per últim la maduració. És important l'ús de les voltejadores en aquesta part per tal de proporcionar l'oxigen necessari, controlar la temperatura i la humitat de la pila. D'aquesta forma s'obté un compost estable que pot ser utilitzat de diferents formes en el món de l'agricultura, per a millorar la producció dels cultius.

**5. Afnat:** Segons les necessitats del mercat tindrem unes exigències pel que fa a la mida de les partícules. La granulometria la controlarem mitjançant una garbelladora de compost.

**6. Ensacat:** Per a poder transportar-lo, emmagatzemar-lo i comercialitzar-lo, serà necessari introduir el compost en sacs. Necessitarem una ensacadora per a poder dur a terme aquest últim procés.

Una vegada s'ha arribat a la sexta etapa el compost està ja disponible per a ser venut i utilitzat. En els següents apartats, es calcularan les dimensions i es determinarà la maquinària necessària, segons les necessitats de la planta.

#### III.1.1 Residus inicials

El disseny de la planta s'ha realitzat segons les dades proporcionades per la Bodega Cooperativa de Castalla, sobre els residus produïts en 2017.

*Taula 9: Residus produïts en el procés de vinificació a la Bodega Cooperativa de Castalla*

ELEMENT	QUANTITAT EN kg/any
ORUJO DE RAÏM	86660
LIES	46880
TOTAL	133540

D'aquesta forma la planta ha d'estar capacitada per tractar aproximadament unes 134 tones de residus a l'any, que es produiran de forma estacional, entre l'Agost i l'Octubre. No obstant la planta de compostatge estarà oberta durant més temps, ja que el procés dura al voltant de 6-7 mesos.

Amb aquesta quantitat de residus podem predir que la planta de compostatge no serà molt gran, perquè no cal tractar una gran quantitat de residus, ja que és una cooperativa que proporciona servei a un poble de no més de 10000 persones.



## III. Desenvolupament del projecte

---

### III.2 Selecció del terreny



Il·lustració 24: Possible terreny per a instal·lar la planta de compostatge

El terreny ideal on instal·lar la planta de compostatge seria un que confronta en la cooperativa, que està erm i en venda. Aproximadament de llarg té uns 75-80 m i d'ample uns 30-35 m, més o menys uns 2250 m<sup>2</sup>. Aquest és ideal, perquè s'evitarien grans pèrdues en transport, la cooperativa podria compartir treballadors i material amb la planta de compostatge i té un grandària que satisfeu les necessitats del projecte. D'aquesta forma s'evitaria el cost de maquinària com tractors o una pala motoritzada, perquè es podria utilitzar els que ja té la cooperativa.

### III.3 Pesatge

A l'entrada de la planta s'instal·larà una bàscula de pesatge per a tractors o camions, per a poder controlar la quantitat de residus que entren a la planta. En aquest tipus de bàscules el que es fa és pesar primer el remolc amb la càrrega i després sense aquesta, de tal forma que per diferència es pot calcular el pes real de la matèria que entra.

Considerant que es treballa la última setmana d'Agost i els mesos complets de Setembre i Octubre, podem considerar que la Cooperativa de Castalla generarà residus durant 68 dies aproximadament. Al dia es rebran 1275 kg d'orujo de raïm i un total de 690 kg de lies, per aquest motiu la bàscula que s'utilitzarà serà una de la marca *Giropes*, model *BP.PCE EVO-6 30t* amb una capacitat de 30 tones. Aquesta opció és una de les més atractives tenint en compte el pes i les dimensions del camió o remolc, ja que la mida es de 6 x 3 m i consta de 4 cel·les de càrrega, una per a cada roda.

### III. Desenvolupament del projecte

---



Il·lustració 25: Bàscula Giropés model BPPCE EVO

Pel que fa al volum dels remolcs o els camions, per a transportar l'orujo serà necessari un de 3 m<sup>3</sup> i per a les lies un d' 1 m<sup>3</sup>. Per tant amb un remolc o camió petit ens serà suficient per a transportar la matèria de la cooperativa a la planta de compostatge. Com que la mateixa Bodega Cooperativa de Castalla ja té un tractor amb remolc d'aquestes característiques, a priori no serà necessari comprar-ne un de nou.

### III.4 Emmagatzematge

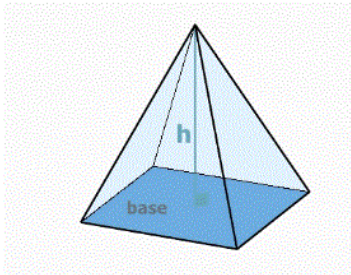
Quan els residus ja han sigut pesats han de ser transportats a la zona d'emmagatzematge inicial. Tant l'orujo de raïm com les lies seran depositades davant d'una cinta transportadora amb corròns de tipus V, que serà l'encarregada de dipositar-los en forma de piles i en el lloc correcte. El dimensionament d'aquesta cinta està explicat en un dels pròxims apartats.

El magatzem constarà d'una solera pavimentada amb formigó i amb una inclinació del 5%, per tal de poder arreplegar els lixiviats que es puguen generar durant el temps d'emmagatzematge. Aquests líquids seran dirigits a la bassa de lixiviats mitjançant un sistema de canonades, junt amb els generats en l'etapa de maduració i l'aigua de pluja.

Per tal de dimensionar l'espai del magatzem es farà l'aproximació a una piràmide amb base rectangular, ja que quan la cinta transportadora inclinada descarrega, els residus queden mes o menys en forma de piràmide. L'altura màxima de la pila ve determinada

### III. Desenvolupament del projecte

per l'altura de la cinta, que va en funció de la norma DIN 22101, com s'explica en l'apartat III. 9. Segons el tipus de residu i els càlculs realitzats, l'angle màxim al que es pot posar la cinta és de 18° i l'altura a la que estarà la cinta serà de 7 metres. Per tal d'entre millor el procediment es recomana anar a l'apartat III.9 Dimensionament de les cintes transportadores.



Per a poder determinar el volum necessari del magatzem s'utilitza la següent fórmula del volum d'una piràmide, on:

$$AB = \text{Àrea de la base (m}^2\text{)}$$
$$H = \text{Altura (m)}$$

Il·lustració 26: Exemple de piràmide

$$V = \frac{AB \cdot H}{3} \quad \text{Equació 1}$$

Per tal de conèixer la superfície necessària s'ha de saber la quantitat de residus que es reben al mes en la planta, que en el cas de l'orujo de raïm la xifra és de 38232.4 kg/mes i en el cas de les lles 20682.4 kg/mes. Coneixent la densitat dels dos residus es pot calcular el volum generat.

Taula 10: Volum que genera cada residu per mes

	kg/mes	densitat (kg/m <sup>3</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> /mes)
ORUJO DE RAÏM	38232.35	450	84.96
LIES	20682.35	1018	20.32

En total hi ha un volum de residus de 105 m<sup>3</sup>/mes que entren a la planta. D'aquesta forma treballant la fórmula esmenada anteriorment, es troba que:

$$AB = \frac{V \cdot 3}{H} \quad \text{Equació 2}$$

Tenint en compte la limitació d'altura de 7 metres, per a emmagatzemar l'orujo es necessitarà 36.4 m<sup>2</sup> i per a les lles 8.7 m<sup>2</sup>. Per tant en total seran necessaris 46 m<sup>2</sup> per a emmagatzemar tota la matèria que es rep en un mes, no obstant seria interessant sobredimensionar a 50 m<sup>2</sup>.



### III. Desenvolupament del projecte

## III.5 Mescladora

Amb l'objectiu que la composició de la pila de compostatge siga homogènia, tant física com químicament, es necessari que els residus siguen mesclats abans de la fase de fermentació i maduració. Aquest procés de barreja i homogeneïtzació de les lies amb l'orujo de raïm s'ha de produir com a molt prompte un dia abans de crear la nova pila de compostatge.

Segons Romero, E., Plaza, C., Senesi, N., Nogales, R. y Polo, A. (2007). Humic acid-like fractions in raw and vermicomposted winery and distillery wastes. *Geoderma*, 139, 397-406, la relació C:N de la mescla d'orujo amb lies és de 25. Com en aquest cas es troba dins del rang ideal per a ser utilitzada en el procés de compostatge, no serà necessari afegir cap tipus de additiu.

Per tal de poder realitzar aquest procés d'una forma eficient i viable, necessitarem una mescladora industrial com per exemple una de la marca *Menart* model *H-102*, amb capacitat per triturar  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ , d'aquesta forma es pot triturar i mesclar el que es genera en un mes en unes 3h.



Il·lustració 27: Trituradora-mescladora Menart model H-102

Taula 11: Temps de mesclat al mes segons el volum de residus

MESCLADORA	ORUJO DE RAÏM	LIES	TOTAL
COMPOSICIÓ	65%	35%	100%
t/mes	38.23	20.68	58.91
$\text{m}^3/\text{mes}$	84.96	20.32	105.28
Temps de mesclat / mes			3h 31min

### III. Desenvolupament del projecte

---

Una vegada el material ja ha sigut mesclat i amb el tamany de partícules adequat, està dispost per començar el període de compostatge.

#### III.6 Zona de fermentació i maduració

Com ja s'ha mencionat abans s'ha seleccionat un sistema de piles amb volteig, aquest moviment de la pila de compostatge correrà al càrrec d'una voltejadora, concretament una de la marca *Ecoalliance* model IWK HR 2700, amb una altura de pas de 1.35 m i una amplària de pas de 2.7 m. Aquestes dues dades determinaran l'altura i l'amplària de la pila, ja que de ser superiors la voltejadora no podrà treballar correctament.



Il·lustració 28: Voltejadora *Ecoalliance* model IWK HR 2700

Segons Carmona, E., Moreno, M.T., Avilés, M. i Ordovás, J. (2012). Composting of wine industry wastes and their use as substrate for growing soilles ornamental plants. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(2), 482-491, la voltejadora deu treballar cada 7-15 dies, en períodes més curts en les primeres setmanes i més llargs conforme la matèria va degradant-se, dependrà de l'estat dels factors que influeixen en el procés (Relació C/N, Humitat, pH...). El mesurament de Temperatura i Humitat, s'ha de fer setmanalment i a diferents profunditats, en l'article es proposa 20, 40, 60, 80, 100 i 120 cm. També s'afirma que la matèria es converteix en compost en un període d'entre 20 i 24 setmanes, és a dir entre 5 i 6 mesos.

Pel que fa la zona de fermentació deu estar pavimentada amb formigó i tindre una pendent d'entre el 10 i el 5%, d'aquesta forma serem capaços de recol·lectar els lixiviats i redirigir-los cap a la bassa mitjançant un sistema de canonades o canals. Aquest punt és important ja que si els lixiviats no son extrets correctament poden enverinar el compost i fer-lo inservible.

### III. Desenvolupament del projecte

---

Gràcies a Romero, E., Plaza, C., Senesi, N., Nogales, R. y Polo, A. (2007). Humic acid-like fractions in raw and vermicomposted winery and distillery wastes. *Geoderma*, 139, 397-406 i a Nogales, R., Cifuentes, C. I Benítez, E. (2005). Vermicomposting of Winery Wastes: A Laboratory Study. *Journal of Environmental Science and Health*, 40, 659-673, sabem que la composició de les lies de l'orujo de raïm és:

Taula 12: Quantitat de C i N en els residus de la producció del vi

	kg/any	Densitat (kg/m <sup>3</sup> )	% EN MASSA DE C	% EN MASSA DE N
ORUJO DE RAÏM	86660	450	48%	2%
LIES	46880	1018	47%	2%

Ara podem calcular la relació C/N, per tal de comprovar si aquesta està dins dels paràmetres establerts en altres articles. Per a poder fer-ho utilitzem la següent fórmula:

$$C/N = \frac{C_1 \cdot M_1 + C_2 \cdot M_2}{N_1 \cdot M_1 + N_2 \cdot M_2} \quad \text{Equació 3}$$

$N$  = Percentatge de N present en la mescla

$C$  = Percentatge de C present en la mescla

$M$  = Massa total de matèria prima

S'obté que el valor de la relació C/N és de 25.4, d'aquesta forma es pot afirmar que no és necessària l'addició de cap material ja que està dins de la idealitat (entre 25-35) per a ser compostat.

Una vegada coneguda la composició química dels residus, es passa al dimensionament de les piles. Per a fer-ho es tindrà en compte la matèria emmagatzemada al llarg d'un mes i que les piles tindran forma piramidal amb secció triangular.

Com ja s'ha mencionat la dimensió de la pila vendrà limitada per la voltejadora triada, una vegada es coneixen tant l'altura com l'amplària de pas, es pot calcular el Volum per metre lineal. Aquesta mesura ens permet conèixer el volum que cap en un metre de pila, per a poder calcular-lo va a utilitzar-se la següent fórmula:

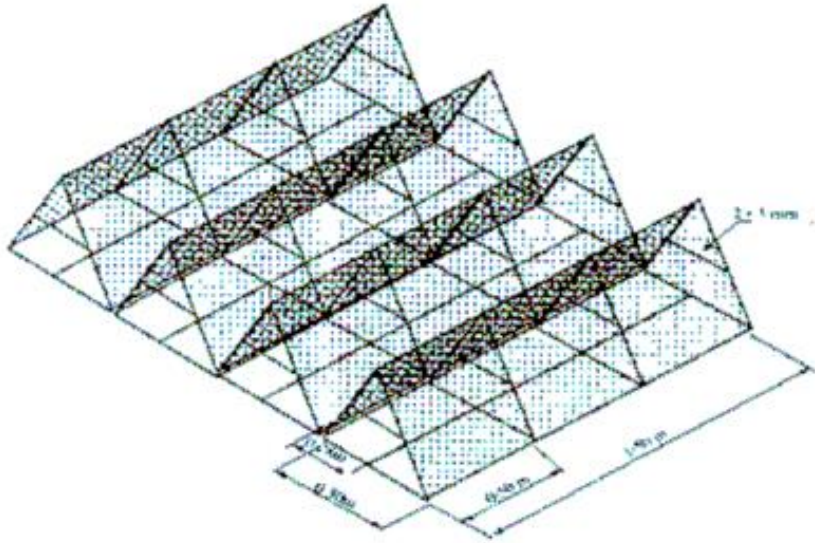
$$V = 0,5 \cdot b \cdot h \quad \text{Equació 4}$$

$b$  = Amplària de pas (m)

$h$  = Altura de pas (m)

$V$  = Volum per metre lineal  $\left(\frac{m^3}{m}\right)$

### III. Desenvolupament del projecte



Il·lustració 29: Esquema d'una possible disposició de les piles de compost

Cal tindre en compte que l'altura ha de ser d'un valor semblant a la meitat de la base, d'aquesta forma s'assegura l'estabilitat d'aquesta. En aquest cas tenim que  $b = 2.7m$  i  $h = 1.35m$ . D'aquesta forma s'obté que  $V = 1.8225 \left(\frac{m^3}{m}\right)$ .

Si es divideix el volum de residus que arriben a la planta ( $m^3/\text{mes}$ ) per el volum per metre lineal, s'obtenen els metres que deuria tindre la pila triangular, sent igual a 57.76 m. Com és una distància prou gran seria interessant estudiar diferents casos amb més d'una pila. Aquestes serien les distàncies necessàries:

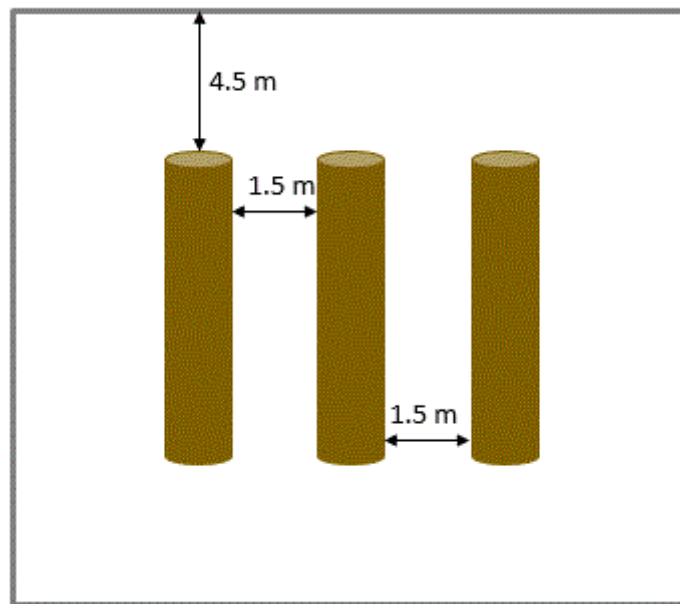
Taula 13: Distància de la pila en funció de la quantitat de piles al mes

Nº DE PILES	DISTÀNCIA PILA (m)
1	57.76
2	28.88
3	19.26
4	14.44
5	11.55

En el cas d'establir més d'una pila, aquestes s'han de disposar en el punt més alt de la planta, deuen estar en posició horitzontal i paral·leles unes a altres. D'aquesta forma es facilita l'arreglada i eixida de lixiviats de les piles. Amb l'objectiu d'estudiar quina és l'opció més atractiva, va a calcular-se l'àrea necessària per a diferents casos al llarg d'un any.

### III. Desenvolupament del projecte

Abans d'entrar en la part de càlculs cal remarcar que és necessari sobredimensionar la planta, per això s'afegiran en el disseny 1 o 2 piles amb l'objectiu de tindre una opció d'emergència en el cas de que es produïxquen més residus dels esperats o per algun error en la pròpia planta de compostatge. També s'ha de tindre en compte que hi ha que deixar un espai entre pila i pila per a que la voltejadora pugui passar i que la distància amb parets siga suficient per a que pugui girar. Es deixarà aleshores 1.5 m entre piles i 4.5 m entre paret i pila (ja que la voltejadora té uns 3.7 m de d'amplitud) , com es mostra en la Il·lustració 30.



Il·lustració 30: Esquema de la disposició de les piles i la distància entre elles

#### III.6.1 Cas 1: 3 piles, 57.76m

Com en la Cooperativa de Castalla es produeixen residus durant l'última setmana d'Agost, Setembre i Octubre, ixen un total de 3 piles per any de 57.76 m (tenint en compte que en Agost tan sols es treballa una setmana).

Taula 14: Àrea total necessària si les piles són de 57.76 m

CAS 1: 3 PILES		SOBREDIMENSIONAMENT	
Nº PILES	3	Nº PILES	4
Dist. entre piles (m)	1.5	Dist. entre piles (m)	1.5
Dist. amb paret (m)	4.5	Dist. amb paret (m)	4.5
Amplaria pila (m)	2.7	Amplaria pila (m)	2.7
Llargària Vertical (m)	66.8	Llargària Vertical (m)	66.8
Llargària Horitzontal (m)	14.1	Llargària Horitzontal (m)	18.3
Àrea total (m2)	941.4	Àrea total (m2)	1221.8



### III. Desenvolupament del projecte

L'àrea necessària per a dur a terme el procés amb una pila al mes és de  $941.39 \text{ m}^2$ , però amb sobredimensionament és de  $1221.81 \text{ m}^2$ . D'aquesta forma podrem garantir el funcionament de la planta encara que hi haja un contratemps.

#### III.6.2 Cas 2: 6 piles de 28.88m

En aquest cas cada mes en compte de generar una única pila generarem 2 de 28.88 m, fet que reduirà la seua llargària. A final d'any tindrem 6 piles i amb sobredimensionament 7. Amb aquesta disposició obtenim un àrea necessària de  $1011.46 \text{ m}^2$  i una sobredimensionada de  $1170.57 \text{ m}^2$ .

Taula 15: : Àrea total necessària si les piles són de 28.88 m

CAS 2: 6 PILES		28.88	SOBREDIMENSIONAMENT	
Nº PILES		6	Nº PILES	7
Dist. entre piles (m)		1.5	Dist. entre piles (m)	1.5
Dist. amb paret (m)		4.5	Dist. amb paret (m)	4.5
Amplaria pila (m)		2.7	Amplaria pila (m)	2.7
Llargària Vertical (m)		37.9	Llargària Vertical (m)	37.9
Llargària Horitzontal (m)		26.7	Llargària Horitzontal (m)	30.9
Àrea total (m2)		1011.5	Àrea total (m2)	1170.6

Respecte al cas anterior es redueix l'àrea de sobredimensionament necessària, que serà la que al final s'ha de prendre com vàlida per tal de dur a terme la instal·lació de la planta.

#### III.6.3 Cas 3: 9 piles de 19.26m

En aquest cas formarem 3 piles cada mes de 19.26m cada una, necessitant al final d'any unes 9 piles, que es convertixen en 10 amb sobredimensionament. Aquests són els valors obtesos:

Taula 16: : Àrea total necessària si les piles són de 19.26 m

CAS 3: 9 PILES		19.26	SOBREDIMENSIONAMENT	
Nº PILES		9	Nº PILES	10
Dist. entre piles (m)		1.5	Dist. entre piles (m)	1.5
Dist. amb paret (m)		4.5	Dist. amb paret (m)	4.5
Amplaria pila (m)		2.7	Amplaria pila (m)	2.7
Llargària Vertical (m)		28.3	Llargària Vertical (m)	28.3
Llargària Horitzontal (m)		39.3	Llargària Horitzontal (m)	43.5
Àrea total (m2)		1110.4	Àrea total (m2)	1229.1

### III. Desenvolupament del projecte

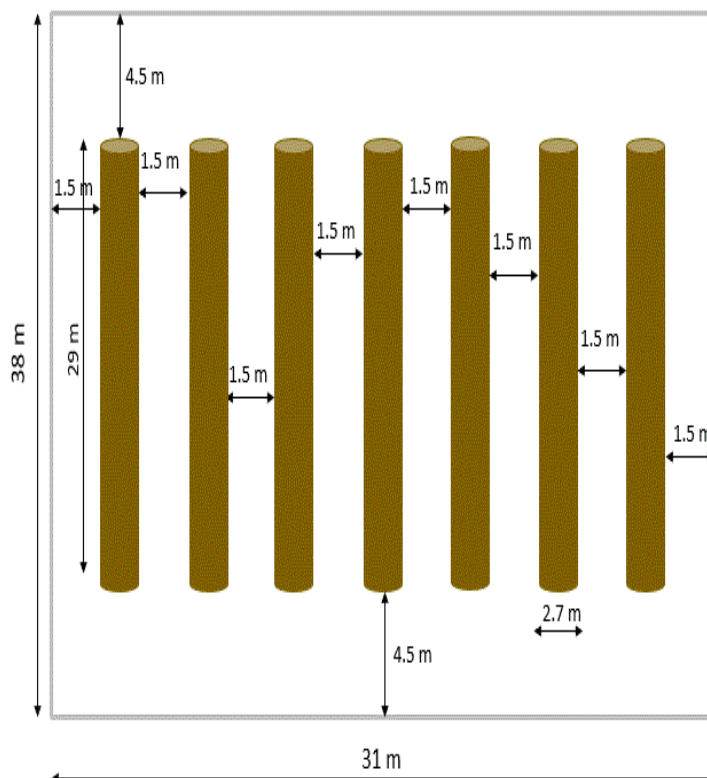
Amb aquest disseny necessitem una planta amb un àrea de  $1110.43 \text{ m}^2$ , que amb sobredimensionament es converteixen en  $1229.1 \text{ m}^2$ .

#### III.6.4 Selecció de la longitud de la planta de compostatge

Una vegada hem fet l'estudi i vists els resultats, es pot afirmar que la millor opció és el Cas 2, és a dir fer 2 piles cada mes d'uns 29 metres cadascuna. Això és així perquè de les tres opcions, quan sobredimensionem és la que menor àrea total dona.

Pel que fa a l'àrea necessària per al procés, en el primer cas ( $941.39 \text{ m}^2$ ) és un poc menor que en el segon ( $1011.5 \text{ m}^2$ ), però quan s'afegeix una pila nova (amb la intenció de sobredimensionar), se'ns queda una àrea massa gran.

Per tant les dimensions finals de les piles seran de  $2.7 \text{ m} \times 1.35 \text{ m} \times 29 \text{ m}$ , amb una àrea necessària per al procés de  $1011.5 \text{ m}^2$  i sobredimensionada de  $1170.6 \text{ m}^2$ . D'aquesta forma les dimensions totals de la solera seran de  $30.9 \text{ m} \times 37.9 \text{ m}$ , tenint en compte que s'ha deixat  $1.5 \text{ m}$  de distància entre piles i  $4.5 \text{ m}$  al principi de cada fila, per tal d'assegurar que la voltejadora pot pegar la volta. Finalment la solera quedarà com s'indica la Il·lustració 31, amb possibilitat per a 7 piles de compostatge de 29 metres cada una.



Il·lustració 31: Esquema de la zona de maduració i fermentació i tamany de la solera

## III. Desenvolupament del projecte

---

### III.6.5 Arreplegada de lixiviats i aigües pluvials

L'arreplegada de lixiviats es farà mitjançant un sistema d'arquetes i canonades, que aniran des de la zona de magatzem i la de fermentació del compostatge, fins a la bassa de lixiviats mitjançant la força de la gravetat, ja que les piles de compostatge i el magatzem, estan dissenyats per a facilitar aquest transport.

Aquest compost líquid que deriva de la degradació de la matèria suposa entre un 1 % i un 5 %, de la massa inicial de residus i és ric en minerals com el N o el Na. Es pot utilitzar també com a fertilitzant líquid, no obstant el seu destí inicial serà la bassa de lixiviats.



*Il·lustració 32: Exemple de bassa de lixiviats*

La basa ha d'estar impermeabilitzada, per a evitar la possible contaminació del sòl, per això s'utilitzarà un geotèxtil de protecció, una geomembrana i altre geotèxtil en el fons. Aquests són materials plàstics que permeten la impermeabilitat del sòl, evitant així que estiga en contacte directe amb el terra.

La basa deuria tindre uns 50 m<sup>3</sup> per tal de ser capaç de contindre tant els lixiviats com l'aigua de pluja. Una vegada estiga plena es transportaran a una instal·lació externa, on s'encarregaran de donar un ús final a aquest residu.

## III.7 Afnat

Quan han passat els 6 mesos el compost deu estar ja llest per a ser venut, però encara que ha passat per una mescladora i una voltejadora, la granulometria no és la més adequada per a ser venut.

Per això és necessària una garbelladora que homogeneïtze el tamany de les partícules, donant-li al compost la granulometria necessària per a poder ser ensacat i utilitzat en el destí



*Il·lustració 33: Garbelladora Ecoalliance Might II*

### III. Desenvolupament del projecte

---

final. En aquest cas s'ha seleccionat una garbell de tambor de la marca *Ecoalliance* model *Might II*, amb una capacitat de 20 m<sup>3</sup>/h. Aquesta permet obtenir un compost amb tamany de partícules entre 6 i 75 mm, que va perfecta per a les necessitats del projecte. Hi haurà una cinta d'alimentació fins a l'entrada de la cribadora i altra cinta de descàrrega que portarà el compost amb la granulometria desitjada fins a una tolva.

Serà necessària una pala motoritzada, per tal de dur el compost de la zona de fermentació a la cinta de alimentació de la garbelladora. Segons la informació proporcionada per la mateixa Bodega Cooperativa de Castalla, estan en possessió d'una així que no seria necessari comprar-la, sempre que la planta de compostatge estiga localitzada en el terreny que hi ha al costat.

La intenció és que el garbell i l'ensacadora treballen al mateix temps, per això s'instal·larà una tolva de guillotina de la marca *Goubard*, amb una capacitat per a 1400 l damunt de l'ensacadora. D'aquesta forma es pot controlar la quantitat de compost que entra en la màquina i es té un lloc on emmagatzemar el compost, en cas que pare o sorgisca algun imprevist en el procés. Com que l'ensacadora mesura uns 0.7 m i necessita d'un espai per baix per poder ficar els sacs d'almenys 1 m (segons les especificacions), instal·larem la tolva a una distància del sol d'entre 1.8 i 2m.

### III.8 Ensacat

Una vegada ja està el compost amb la mesura adequada, l'últim pas a realitzar és l'ensacat, que consisteix en empaquetar el material per tal de posar-lo al mercat. Per aquest motiu serà necessària una ensacadora del *Grupo Victor* model *EEM-60*, que es capaç de fer entre 6 o 8 sacs per minut, amb un rang de pes de 10 a 25 kg.

D'aquesta forma tenint en compte que els residus es redueixen un 40% del pes inicial en el procés de compostatge, es pot dir que serà capaç d'introduir el compost produït en un mes (sobre 35t) en aproximadament 4h si els sacs son de 20 kg i a 6 sacs per minut. En cas d'augmentar la velocitat o el pes, el procés serà més ràpid.



Il·lustració 34: Ensacadora de la marca Grupo Victor model EEM-60

### III. Desenvolupament del projecte

---

Una vegada el compost ja està en els sacs, està disponible per a ser transportat als llocs de venda i la seua posterior comercialització.

## III.9 Dimensionament de les cintes transportadores

Com s'ha mencionat anteriorment, al llarg de la instal·lació hi ha una cinta transportadora en la zona d'emmagatzematge, que és on es guardarà el material una vegada ha arribat a la planta, i dues cintes per introduir i extraure el compost de la garbelladora. És necessari conèixer les característiques d'aquestes, per tal de saber què mesuraran, la potència necessària, la velocitat...

#### *CINTA TRANSPORTADORA MAGATZEM:*

El disseny d'una cinta d'aquestes característiques, ve regulat per la norma DIN 22101, que indica que els paràmetres principals a tindre en compte són el material a transportar, el seu pes específic i la temperatura a la que es troba.

En aquest cas es transportarà orujo de raïm i lies, ambdós són materials poc densos amb un pes específic relativament baix de  $0.45 \text{ t/m}^3$  i  $1.02 \text{ t/m}^3$  respectivament. El tamany de partícula va dels 2 als 20 cm, per aquest motiu s'ha triat una velocitat de la banda de  $0.5 \text{ m/s}$  i un ample de banda de 300mm.

Una vegada ja es coneixen aquestes dades, podem determinar l'altura i la longitud, sabent que amb la matèria que es té, la cinta transportadora no deu superar els  $18^\circ$  d'inclinació i amb l'ajuda de *Equació 5*, és pot conèixer l'angle que realment tindrà la cinta.

$$\varphi = \sin^{-1}\left(\frac{H}{L}\right) \quad \text{Equació 5}$$

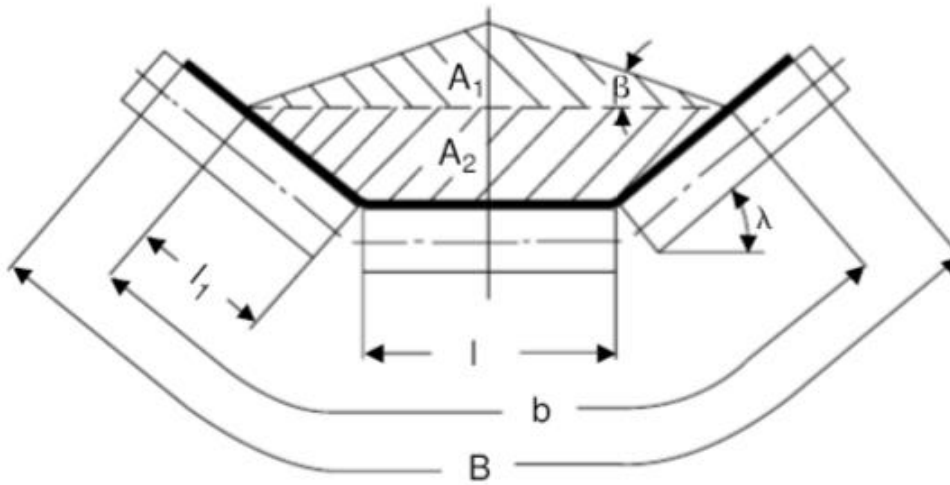
$H$  = Altura de la cinta (m)

$L$  = Longitud de la cinta (m)

Finalment s'ha pres com a valor d'altura 7 m, degut a que la producció de residus de la cooperativa de Castalla no és molt elevada i per tant es necessitarà una longitud de la cinta de 25m. D'aquesta forma no es supera l'angle màxim per a aquest tipus de matèria segons la norma 2210, ja que obtenim  $16.3^\circ$  d'inclinació. Al mateix temps la norma també indica que en aquests casos l'angle de sobrecàrrega ( $\beta$ ) deu ser de  $15^\circ$  i el d'aresta ( $\lambda$ ) de  $25^\circ$ .

### III. Desenvolupament del projecte

---



Il·lustració 35: Esquema d'una cinta transportadora, amb les variables utilitzades per al seu dimensionament

Una vegada coneixem aquestes dades hi ha que calcular els quilograms per hora que la cinta és capaç de transportar, per això és necessari saber primer la capacitat volumètrica ( $Q_v$ ) i la superfície transversal de cinta ( $A$ ).

$$A_1 = 0,25 \cdot \tan(\beta) \cdot [l + (b - l) \cdot \cos(\lambda)]^2 \quad \text{Equació 6}$$

$$A_2 = l_1 \cdot \sin(\lambda) \cdot [l + l_1 \cdot \cos(\lambda)] \quad \text{Equació 7}$$

Sent:

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05 \quad \text{Equació 8}$$

$$l_1 = 0,5 \cdot (b - l) \quad \text{Equació 9}$$

$$A = A_1 + A_2 \quad \text{Equació 10}$$

$A_1$  = Secció transversal superior del material ( $m^2$ )

$A_2$  = Secció transversal inferior del material ( $m^2$ )

$\beta$  = Angle de sobrecàrrega ( $^\circ$ )

$\lambda$  = Angle d'aresta ( $^\circ$ )

$l$  = Longitud de los corralls (m)

$B$  = Ample de banda (m)

### III. Desenvolupament del projecte

---

Per a un ample de banda de 300mm amb una disposició de tres corròns iguals, la longitud de cada corró és de 122 mm. D'aquesta forma s'obté que el valor d'A es igual a  $0.0064 \text{ m}^2$  i es pot calcular aleshores  $Q_v$  coneixent la velocitat de la cinta ( $v$ ) i la reducció a causa de la inclinació ( $k$ ), que es pot calcular.

$$Q_v = 3600 \cdot A \cdot v \cdot k \quad \text{Equació 11}$$

$Q_v$  = Capacitat volumètrica de banda ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$v$  = Velocitat de banda ( $\text{m/s}$ )

$A$  = Àrea transversal del material ( $\text{m}^2$ )

$k$  = Coeficient de reducció de la capacitat per inclinació (-)

$\varphi$  = Angle d'inclinació de la banda ( $^\circ$ )

$$k = 1 - 1,64 \cdot \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180}\right)^2 \quad \text{Equació 12}$$

Una vegada realitzats els càlculs es troba que la capacitat volumètrica de la banda serà de  $10.035 \text{ (m}^3/\text{h)}$ , que al multiplicar-los per la densitat de les lies (ja que és el residu més dens) ens dona una velocitat de la banda de  $10.2 \text{ (t/h)}$ , sent en el cas de l'orujo de raïm una velocitat inferior ( $4.5 \text{ t/h}$ ).

Ara s'ha de calcular la potència de la banda, per això s'ha de saber la potència necessària per a manejar la cinta en buit i carregada (P1), la potència per a elevar la càrrega a certa altura (P2) i la potència per a superar el fregament amb elements secundaris (Trippers, guies de càrrega i dispositius de neteja) (P3). D'aquesta forma la suma de les tres potències ens donarà la potència total de la cinta.

$$P1 = \frac{Cb \cdot v + Qm}{Cl \cdot Kf} \quad \text{Equació 13}$$

$Cb$  = Factor d'ample de la banda ( $\text{kg/s}$ )

$v$  = Velocitat de la banda ( $\text{m/s}$ )

$Qm$  = Capacitat de transport de la banda ( $\text{t/h}$ )

$Cl$  = Factor de longitud de la banda ( $\text{m}^{-1}$ )

$Kf$  = Factor de servici (-)

### III. Desenvolupament del projecte

---

$$P2 = \frac{H \cdot Qm}{367} \quad \text{Equació 14}$$

H = Altura de la banda transportadora (m)

$$P3 = Pa + Pb + Pc \quad \text{Equació 15}$$

Pa = Potència a causa dels trippers (kW)

Pb = Potència a causa dels dispositius de neteja (kW)

Pc = Potència a causa de les guies de càrrega i els faldons (kW)

$$PT = P1 + P2 + P3 \quad \text{Equació 16}$$

Una vegada s'ha calculat el valor de P1, P2 i P3 (Per a més detall anar a la fulla d'Excel "Cintes Transportadores") s'obté que la potència total (PT) és igual a 1.14 kW. Aquest valor no te en compte l'eficiència del motor, per això cal calcular la potència tenint en compte aquest factor. S'utilitza l'Equació 17, sabent que un motor té una eficiència d'entre 85-95%

$$PM = \frac{PT}{\eta} \quad \text{Equació 17}$$

$\eta$  = Rendimiento del motor (%)

D'aquesta forma la potencia final necessària és de 1.26 kW (Tenint en compte un rendiment del 90%). Com que els valors de potència dels motors estan normalitzats i no n'hi ha amb la potència exacta que es necessita, es triarà un motor de 1.5 kW.

Taula 17: Taula resum de les característiques de la cinta del magatzem

CINTA MAGATZEM	
AMPLE DE BANDA (mm)	300
ALTURA (m)	7
LONGITUT (m)	25
INCLINACIÓ FINAL (º)	16.26
VELOCITAT (m/s)	0.5
Qv (m3/h)	10.03
velocitat (t/h)	10.22
P Total (kW)	1.14
P real (kW)	1.27
P normalitzada (kW)	1.5



### III. Desenvolupament del projecte

---

#### CINTES TRANSPORTADORES DE LA GARBELLADORA:

En aquest cas va a seguir-se el mateix procediment que en l'anterior i a dimensionar les cintes amb el mateix ample de banda (300mm). La velocitat de les cintes serà de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , ja que és un poc menys de la velocitat de producció de la garbelladora ( $11 \text{ m}^3/\text{h}$ ), evitant així acumulacions innecessàries en la tolva d'acumulació d'aquesta màquina, que no és de gran capacitat ( $0.76 \text{ m}^3$ ).

#### Alimentació

Aquesta cinta transportadora s'encarrega d'introduir el compost dins de la garbelladora. En aquest cas la cinta transportadora ha d'arribar a la tolva d'alimentació de la garbelladora que es troba a 2.8 m d'alçada i te una amplària de 460 mm.

Taula 18: Taula resum de les característiques de la cinta d'alimentació de la garbelladora

CINTA ALIMENTACIÓ	
AMPLE DE BANDA (mm)	300
ALTURA (m)	2.8
LONGITUT (m)	10
INCLINACIÓ FINAL (°)	16.26
Qv (m <sup>3</sup> /h)	10
VELOCITAT (m/s)	0.50
VELOCITAT (t/h)	10.18
P Total (kW)	1.02
P real (kW)	1.13
P normalitzada (kW)	1.5

La llargària de la cinta serà de 10 m, la velocitat de 0.5 m/s i necessitarà una potència normalitzada de 1.5 kW.

#### Eixida

La cinta ha d'arribar a l'entra de la tolva d'acumulació que hi ha damunt de l'ensadora, que està instal·lada 1.9 m d'alçada i te la boca d'entrada a 1.6m, per tant haurà tindre 3.5 m d'altura.

Com es veu en la Taula 19, la longitud d'aquesta serà de 13 m i anirà a la mateixa velocitat i necessitarà la mateixa potència que en el cas anterior.

### III. Desenvolupament del projecte

---

Taula 19: Taula resum de les característiques de la cinta d'eixida de la garbelladora

CINTA EIXIDA	
AMPLE DE BANDA (mm)	300
ALTURA (m)	3.5
LONGITUT (m)	13
INCLINACIÓ FINAL (º)	15.62
Qv (m <sup>3</sup> /h)	10
VELOCITAT (m/s)	0.49
velocitat (t/h)	10.18
P Total (kW)	1.03
P real (kW)	1.14
P normalitzada (kW)	1.5

Com que les tres cintes treballen a una velocitat molt similar, tenen un mateix ample de banda, són de tres corrns i l'angle de treball és molt paregut, paràmetres com la potència o la velocitat són molt semblants. Per a més detalls de com s'han fet el càlculs anar a la fulla d'Excel *CINTES TRANSPORTADORES*.

### III.10. Estudi econòmic.

Uns dels factors que determinaran el desenvolupament del projecte és la viabilitat econòmica, és a dir si serà o no rendible. Per això anem a estudiar la inversió inicial necessària, els pagos i els cobraments anuals, per tal de saber si va a proporcionar o no beneficis a llarg termini. Ens ajudarem de tècniques econòmiques com són el VAN i el TIR, i veurem si el projecte és viable o no.

#### III.10.1 Inversió inicial

S'entén com inversió inicial a l'aport econòmic necessàri per a dur avant un projecte, que en aquest cas estarà format per els següents factors:

**Terreny:** El terreny seleccionat té al voltant de 2300 m<sup>2</sup>, tenint en compte que en l'actualitat el preu del m<sup>2</sup> de solar és de 60 €/ m<sup>2</sup>, tindriem una inversió inicial de 138000 € aproximadament.

**Soleres i estructures:** La solera té que estar pavimentada en formigó del tipus H-25, amb un espessor aproximat de 20-30 cm. Pel que fa a les dimensions ha de tindre uns 1217m<sup>2</sup>, tenint en compte tant el magatzem com la zona de fermentació i maduració. En el cas del magatzem ha de tindre un inclinació del 5% i en la zona de compostatge del 10%. S'ha de tindre en compte també els sistema de canals i canonades per tal de transportar els lixiviats i les aigües pluvials fins a la bassa de lixiviats. Consultant una constructora i basant-se en altres projectes, això faria un preu aproximat de 85000 €.

### III. Desenvolupament del projecte

---

**Bassa de lixiviats:** Com s'ha mencionat anteriorment el volum de la bassa serà de  $50 \text{ m}^3$  i les dimensions de  $5 \times 4 \times 2.5 \text{ m}$  (poden ser variables). Segons la constructora consultada, la bassa junt amb les capes de geotèxtil necessàries tindrien un preu d'uns 17000€.

**Maquinària:** Serà necessari una Voltejadora, una Bàscula de pesatge de camions, una Trituradora, una Garbelladora, una Tolva i una Ensacadora. A priori no serà necessària més maquinària ja que s'utilitzaran la pala motoritzada i el tractor amb remolc que ja posseeix la Bodega Cooperativa de Castalla. En total la suma de totes les màquines fan 177818 €.

**Cintes transportadores:** Tenim 3 cintes transportadores del tipus de corrons en V, amb longituds de 25, 10 i 13 metres i amb una potència normalitzada de 1.5 kW cada una. En total sumen 22200 € sent la més cara la de 25 m i la més petita la més barata.

**Dispositius per al control de les condicions del compostatge:** Seran necessaris medidors d'humitat, sondes de temperatura i oxigen, kits de medicació de pH i de la salinitat. Es compraran dos de cada dispositiu per a poder fer més eficient el procés i tindre una solució en el cas de que algun falle. En total sumen 4944 €. En l'apartat d'annexes podem trobar els dispositius que s'ha seleccionat.

Taula 20: Valor de cada producte i inversió inicial total

	COST
TERRENY (€)	138000
SOLERES I ESTRUCTURES (€)	85000
BASSA DE LIXIVIATS (€)	17000
MAQUINÀRIA (€)	177818
CINTES TRANSPORTADORES (€)	22200
DISPOSITIUS DE MESURA (€)	4944
INVERSIÓ INICIAL (€)	444962

Per a conèixer preus d'obra hem consultat a una empresa de Castalla (*Construcciones Costals S.L.*) i per als preus de les Cintes transportadores a *Cintasa*. També ens hem ajudat d'altres projectes semblants per a estimar preus.

#### III.10.2 Pagaments i cobrament anuals

Una vegada s'ha fet la inversió inicial, per a fer funcionar la planta és necessari personal i energia. Aquests serveis tenen un cost que hi ha que pagar i es produeixen anualment i per tal de contrarestar aquesta despesa es tenen els beneficis proporcionats per la venda de compost. Anem a estudiar més profundament aquests factors per tal de veure si al final ens serà o no rentable muntar la planta de compostatge.

### III. Desenvolupament del projecte

---

**Personal:** s'ha determinat que per al correcte funcionament de la planta seran necessaris un tècnic especialitzat en la matèria, que serà el que controle la planta i que junt a un operari que s'encarreguen de moure les piles de compostatge, mesurar els paràmetres de les piles... és a dir tot allò que té a veure en el procés de compostatge. Com s'ha mencionat anteriorment, la planta de compostatge treballarà durant tot l'any, encara que la producció de residus tan sols és durant 3 mesos, per aquest motiu el sou dels treballadors serà anual. Aproximadament al tècnic se li pagaran uns 24000 €/any i l'operari uns 14400 €/any.

**Cost elèctric:** S'ha d'estimar el consum elèctric a l'any de tota la planta. Pel que fa a la maquinària, consumeixen electricitat les cintes transportadores (4.5 kW), la mescladora (37kW) i l'ensacadora (9kW). Tenint en compte que treballen aproximadament unes 10h al mes queda un consum de 1515 (kW). Si a més es conta amb l'electricitat necessària per a il·luminació i altres factors podem estimar un consum total de 2000 (kW/any). Serà necessària una potència instal·lada d'entre 40-50 kW/h, per tant podem estimar un cost aproximat de 6400 € a l'any, tan sols en electricitat.

**Combustible:** El consum de combustible correrà a càrrec de la voltejadora, la garbelladora i les pales utilitzades per a transportar el material.

**La voltejadora** consumeix 9.88 l/h i té una velocitat de 360 m/h. Sabent que les files tenen una distància de 29 metres, que hi ha 7 files (sobedimensionament) i que es volteja una vegada a la setmana, el consum de combustible total serà de 134 l/any.

**La garbelladora** té un consum d'entre 3-5 l/h i una velocitat de 11-20 m<sup>3</sup>/h. En total es produeixen sobre 96 m<sup>3</sup>/any de compost, per tant tindrà un consum de 44 l/any.

**Les pales utilitzades** consumixen uns 10 l/h (varia segons la marca i el motor) i s'estima que treballaran unes 10h/any, tenint un consum de 100 l/any.

En total faran falta uns 278 l de dièsel a l'any, actualment el preu d'aquest combustible és de 1.295 €/l i per tant el cost total a l'any serà de 360 € aproximadament.

### III. Desenvolupament del projecte

---

Taula 21: Consum total de combustible a l'any

C VOLTEJADORA (l/h)	9.88
TEMPS TREBALL (h/any)	13.53
L VOLTEJADORA (l/any)	133.71
C GARBELLADORA (l/h)	5.00
TEMPS TREBALL (h/any)	13.02
L GARBELLADORA (l/any)	65.08
C PALES (l/h)	10.00
TEMPS TREBALL (h/any)	10.00
L PALES (l/any)	100.00
TOTAL (l/any)	298.79
PREU DIESEL (€/l)	1.30
DESPESES COMBUSTIBLE (€)	387.83

**Guany en la venda de compost:** En la planta de compostatge arriben 133.54 t/any, sabent que el compost es redueix un 40% en el procés de compostatge podem estimar una producció de 80 t/any aproximadament. Si fem un petit estudi de mercat, grans superfícies com *Leroy Merlin* o la marca *Compo*, venen sacs de 50 l de compost orgànic (aproximadament 8-12 kg) a un preu d'entre 9-15 €, dependent de la qualitat del compost. En la planta es faran sacs de 15 kg i es vendran a un preu de 14 € la unitat. Obtenint així un benefici de 74782.4 €/any.

Taula 22: Resum de costos i guanys

	COST (€)
INVERSIÓ INICIAL	444962
PERSONAL	38400
ELECTRICITAT	6400
COMBUSTIBLE	387.83
VENDA COMPOST	74782.4
€/ANY	29594.57

En total a l'any es guanyaran 29594.57 €, ara és necessari saber si seran beneficis necessaris per a que el projecte siga rentable al llarg termini.

#### III.10.3 VAN i TIR

Quan ja coneixem els fluxos anuals tant de despeses com de guanys, podem calcular tant el VAN (Valor Actual Net) com el TIR (Taxa Interna de Retorn), que són fórmules econòmiques per a estudiar la viabilitat d'un projecte que es basen en estimacions dels fluxos de caixa.

### III. Desenvolupament del projecte

---

Abans de posar-se a calcular cal determinar els anys en què estarà en funcionament la planta. Aproximadament s'estima que la planta podrà estar treballant uns 35 anys, sense tindre que fer cap remodelació.

Per a calcular el VAN s'utilitza l'Equació 18, que té en compte la inversió realitzada, el nombre d'anys en funcionament, el flux net per cada any i la taxa de descompte, que en poques paraules correspon al valor actual d'un pagament en el futur. En aquest cas la taxa de descompte és del 5 %, s'obté d'aquesta forma un VAN de 23936.41 €.

$$VAN = -A + \sum_{f=1}^n \frac{Q}{(1+k)^n} \quad \text{Equació 18}$$

$A$  = Inversió realitzada (€)

$n$  = nombre d'anys en funcionament

$Q$  = Flux net (€/any)

$k$  = Tasa de descompte (%)

Taula 23: Valors obtingut del VAN i TIR

ANYS	35
INTERÉS	5%
VAN	23 936.41 €
TIR	5%

Com s'observa en la Taula 23 per a un funcionament de 35 anys el VAN obtingut es de 23.936 € i el TIR d' 5%, per això podem afirmar que aquest és un projecte rentable. No obstant a causa de la baixa quantitat de residus que es generen en la Bodega Cooperativa de Castalla es tarda molt en recuperar la inversió inicial realitzada.

## **IV. CONCLUSIONS**

# **CONCLUSIONS**





## IV. Conclusions

---

### IV.1. Conclusions.

Una vegada ja s'ha donat per finalitzat el disseny de la planta de compostatge per als residus produïts en el procés de Vinificació de la Bodega Cooperativa de Castalla, podem determinar si s'han complert els objectius que un principi teníem presents.

Per tal de dissenyar-lo de la forma més acurada possible ens hem posat en contacte en la mateixa cooperativa per tal de treballar amb la quantitat real de residus. Ens informaren que a l'any reben unes 86.6 tones d'orujo de raïm i 46.8 tones de lies i que aquests es produïen entre l'última setmana d'Agost i Setembre. Amb aquestes dades i basant-nos en estudis previs que ens han ajudat a conèixer les característiques físiques i químiques dels dos residus, hem sigut capaços de dur a terme el disseny de la planta.

El sistema triat per tal de poder dur a terme el procés ha sigut el de piles estàtiques amb volteig, ja que permet un alt control dels paràmetres que influeixen en el compostatge (humitat, pH, Temperatura...) i a més és relativament barat. D'aquesta forma la zona de fermentació i maduració i la d'emmagatzematge s'han protegit de les inclemències del temps mitjançant una solera, que ha de tindre exactament uns 1200 m<sup>2</sup>.

El procés dut a terme en la planta consistirà a pesar la matèria que entra, mitjançant la bàscula de camions, i seguidament emmagatzemar la matèria (que no pot estar acumulada més de 30 dies, ja que a partir d'aquest punt comença a degradar-se) mitjançant una cinta transportadora de 7 m d'altura i 25 m de llargària. Un dia abans de començar el procés de compostatge, es mesclaran i trituraran els residus en la mescladora i seran traslladats a la zona de fermentació i maduració, mitjançant una pala motoritzada. Allà els residus passaran a convertir-se en compost estable en uns 5-6 mesos i les piles seran mogudes i airejades mitjançant una voltejadora, que passarà per les piles una vegada cada 7 o 15 dies (de més activitat a menys). Quan el compost està llest és traslladat a la cinta transportadora d'alimentació de la garbelladora, on adquirirà la granulometria desitjada. La cinta d'eixida d'aquesta màquina va directa a una tolva de guillotina, que té baix l'ensacadora que ens permetrà empaquetar el material en sacs de 15 kg.

Des del nostre punt de vista, la planta podria treballar correctament durant 35 anys sense cap problema, ja que no és un procés molt exigent per a les màquines ni per a la instal·lació en general. Conegut açò s'han calculat les despeses i després el VAN i el TIR, arribant a la conclusió que és un procés rentable. No obstant la baixa quantitat de residus vitivinícoles que es generen en la Bodega Cooperativa de Castalla, fan que necessitem uns 23 anys per tal de recuperar tota la inversió realitzada.

Com que el terreny que ens interessa adquirir té més metres quadrats dels que necessitem i la maquinària involucrada és la mateixa per a qualsevol procés de

## IV. Conclusions

---

compostatge, seria interessant estudiar quant es tardaria a recuperar aquesta inversió si no soles es tractaren els residus provinents de la producció del vi, sinó també tractant els que deriven de l'almàssera.

Arribats a aquest punt podem dir que els beneficis que reportarà la planta de compostatge al llarg termini no són molt elevats. No obstant això, cal tindre en compte que el procés proporciona certs avantatges tant per a la cooperativa com per al medi ambient.

Amb aquesta planta de compostatge la cooperativa no ha de buscar a ningú que s'encarregui d'endur-se els residus de la producció del vi, evitant així pèrdues de temps i diners.

Però no tot són beneficis econòmics, també hi ha una millora del medi ambient, ja que estem revalorant un residu. Amb la producció de compost orgànic reduïm un 40% la mida dels residus i a més obtenim una esmena orgànica que pot ser utilitzada com a substitutiu de fertilitzants químics, evitant així contaminacions del sòl o d'aqüífers.

Vist açò podem concloure que encara que la planta de compostatge per a la Bodega Cooperativa de Castalla no siga molt rendible, val la pena dur a terme el projecte tant pels beneficis que aquesta rep indirectament com per la millora ambiental. No obstant seria interessant estudiar el tractament dels residus de la producció d'oli en el mateix establiment per tal de rendibilitzar l'espai i la maquinària d'una forma més ràpida i assolir una major quantitat de beneficis.



## **V. APÈNDIX**

# **APÈNDIX**



## V. Apèndix

### V.1. Annexes tècnics

#### V.1.1 Garbelladora



### Especificaciones Técnicas

#### CRIBA DE TAMBOR - MIGHT II

Dimensiones			
Alto	2960 [mm].	Peso	2250 [Kg] Aprox.
Largo	7300 [mm].	Ancho	1830 [mm].
Sistema de alimentación			
Molino	De martillos con 22 hojas de alta velocidad.	Deflectores	De resorte para el rechazo de piedras y rocas con el objeto de que estas pasen sin desgastar en exceso los martillos.
Tipo de hojas	Con libre giro y placas deflectoras.		
Material de las hojas	Acero AR 500.		
Sistema de Corte			
Dimensiones (diámetro/largo)	0,90 x 1,2 [m].	Rendimiento de producción	Entre 11 - 20 [m³/h].
Área de cribado	2,79 [m²].	Tamaño de cribado	Entre 6 - 75 [mm].
Velocidad de rotación de cribado	2.600 [rpm] del motor.	Cepillo	Cepillo de nylon ajustable para auto-limpieza de superficie de criba.
Angulo de la criba	Variable para adaptarse a niveles de humedad de materiales.		
Sistema alimentado y Transportador			
Tolva	Con parrilla de barras manualmente inclinables, con espaciado de 152 [mm].	Poleas	De cola tipo ala con cabeza recubierta.
Velocidad de banda transportadora	Variable, con ajuste hidráulico.	Capacidad de Tolva	0,76 [m³].
Banda transportadora	460 [mm] de ancho, Velocidad variable.	Rodillos	Rodillos de retorno con discos de hule.
Materialidad	Maquina fabricada íntegramente con acero A36.		
Sistema Motriz y Controles			
Motor	26 [HP], (19,3 [kW])Diésel . Ubicado en un compartimento cerrado.	Tanque de Aceite	Tanque de aceite hidráulico y enfriador de 110 [L], (29 [gal]) de capacidad.
Tanque de Combustible	62,5 [L], (16,5 [gal]) de capacidad, con cierre de seguridad.	Rendimiento combustible	Entre 3-5 [L/h].
Transmisión de fuerzas	Mediante correas.		
Panel de Control	Con acceso a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Control de aceleración</li> <li>Regulador de velocidad</li> <li>Botón de parada automática</li> <li>Válvula de control de alimentador</li> <li>Válvula de control de correa alimentadora</li> <li>Válvula de control de criba</li> <li>Válvula de control de martillos</li> </ul>		

## V. Apèndix

### V.1.2 Bàscula per a camions

Referencia	Capacidad	Dimensiones	N. de Cèlulas	Altura mm	# Còdigo	€	SUPL. GALVANIZADO	
							# Còdigo	€
<b>BPPCE EVO-6 30 t</b>	<b>30</b>	<b>6 x 3 m</b>	<b>4</b>	<b>300 / 310</b>	<b>150428</b>	<b>7.536</b>	<b>160163</b>	<b>3.658</b>
BPPCE EVO-8 30 t	30	8 x 3 m	6	300 / 310	150429	9.821	160164	4.483
BPPCE EVO-10 30 t	30	10 x 3 m	6	300 / 310	150430	11.088	160165	5.180
BPPCE EVO-12 60 t	60	12 x 3 m	6	300 / 310	150431	12.356	160166	5.825
BPPCE EVO-14 60 t	60	14 x 3 m	8	300 / 310	150410	15.481	160167	6.643
BPPCE EVO-15 60 t	60	15 x 3 m	8	300 / 310	150472	16.130	160264	6.905
BPPCE EVO-16 60 t	60	16 x 3 m	8	300 / 310	150411	16.483	160168	7.166
BPPCE EVO-18 60 t	60	18 x 3 m	8	300 / 310	150408	18.114	160169	8.138
BPPCE EVO-20 60 t	60	20 x 3 m	10	300 / 310	150446	21.817	160170	consultar
BPPCE EVO-21 60 t	60	21 x 3 m	10	300 / 310	150432	22.259	160171	consultar
BPPCE EVO-22 60 t	60	22 x 3 m	10	300 / 310	150433	23.328	160172	consultar
BPPCE EVO-24 60 t	60	24 x 3 m	10	300 / 310	150434	24.786	160173	consultar
BPPCE EVO-26 60 t	60	26 x 3 m	12	300 / 310	150435	26.795	160174	consultar

Nota: los PRECIOS no Incluyen el Indicador

#### PRECIOS ACCESORIOS

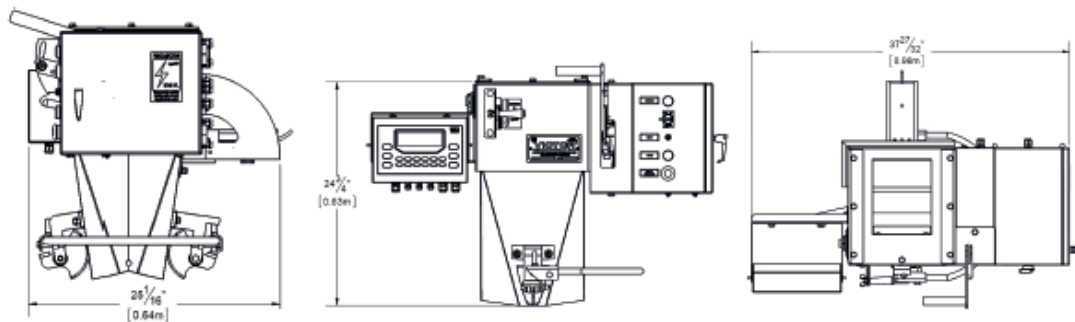
Descripción	# Còdigo	€	SUPL. GALVANIZADO	
Metro de cable adicional	240085	4		
Placa de anclaje 650 x 300 x15 (unidad)	160207	83	# Còdigo	€
Rampas metálicas de 1500 mm (4 módulos de 3000 x 1500 m)	160085	5943	160061	1859
Rampas metálicas de 1000 mm (4 módulos de 3000 x 1000 m)	160084	4085	160062	1108
Cubillaje simple			VER PRECIOS APARTADO OPCIONALES página 64	
Cubillaje simple con células instaladas de fábrica				
Cubillaje grande				
Cubillaje grande con células instaladas de fábrica				

## V. Apèndix

### V.1.3 Ensacadora

#### Especificaciones del equipo

● Voltaje de operación	127 VAC (tierra física indispensable)
● Velocidad de envasado	6 a 8 sacos por minuto
● Rango de Pesado	20 a 60 kgs.
● Material de Fabricación.	Acero al carbón o Acero Inoxidable
● Precisión	+/-100 gr (Dependiendo del tipo de producto y velocidad de llenado)
● Perímetro mínimo de boca del saco	90cm.
● Opciones disponibles	Sistema a prueba de polvos Cono para sacos de 10 a 25 kgs Dosificador de banda. Dosificador helicoidal
● Peso estimado para embarque	110 kgs



[www.grupovictor.com](http://www.grupovictor.com)

Av. Alemania 1618 Col. Moderna C.R. 44190 Guadalupe Jalisco México T. (33) 36-12-48-21

[ventas@grupovictor.com](mailto:ventas@grupovictor.com)



## V. Apèndix

### V.1.4 Voltejadora



## Especificaciones Técnicas

### VOLTEADORA DE COMPOST - IWK HR 2700

Dimensiones			
Altura de Paso	1.350 [mm]	Peso	1.850 [Kg]
Altura sin Cabina	2.200 [mm]	Largo Total	2.650 [mm]
Altura con Cabina	Opcional	Ancho Total	3.700 [mm]
Funcionamiento			
Sistema	Autopropulsada		
Velocidad de Avance	Hasta 360 [m/h]		
Sistema Motriz			
Potencia de Motor	74 [HP]		
Marca	Perkins		
Rendimiento	9,88 [L/h]		
Sistema de Volteo			
Area Transversal	2,5 [m <sup>2</sup> ]	Ancho del Rotor	2.700 [mm]
Diametro Rotor	570 [mm]	Velocidad de Rotación	400 [rpm]
Capacidad Volteo	750 – 1.000 [m <sup>3</sup> /h]		
Sistema de Transmisión			
Accionamiento del Rotor	Transmisión mediante correas en V y poleas		
Ruedas			
Ruedas Traseras	Accionadas mediante mando hidrostático, usa llantas agrícolas estándar, las cuales proveen excelente tracción en cualquier superficie Con buena disponibilidad en el mercado nacional y bajo costo		
Giros	La tracción trasera y las ruedas giratorias delanteras permiten un giro de 360° sobre el eje propio.		
Opcionales			
Tanques Montados	Con bombas para irrigación, inoculación o control de olores		
Mangueras	Integración de carretas con mangueras para riego de las pilas de compostaje		
Sistemas de Lomas	Ayudan a enrollar y desenrollar lonas en las pilas de compostaje		
Cabina	Con aire acondicionado y ventilación de protección		
Materiales a Procesar			
Tipos	Lodos, pajas, residuos sólidos orgánicos, restos de poda, entre otros		

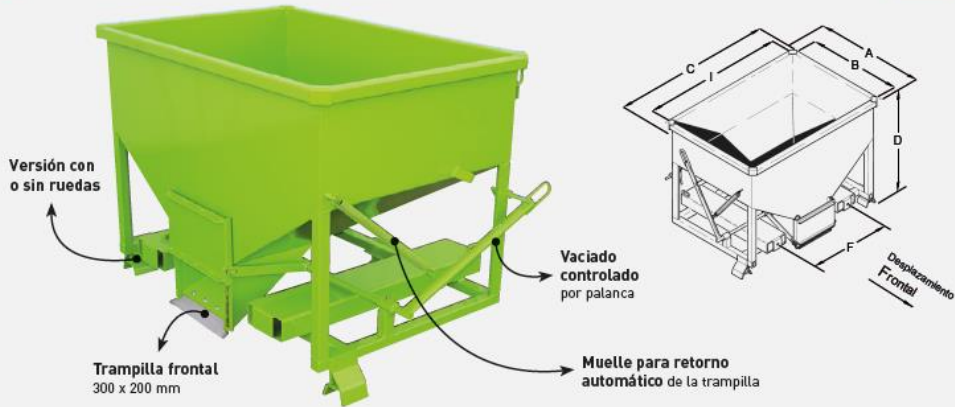
# V. Apèndix

## V.I.5 Tolva

# TOLVA CON GUILLOTINA



Transporte y distribución de pulverulentos, grava, arena...  
Vaciado centralizado por trampilla.  
Descarga total o parcial.



Opción palanca con acceso en fachada



500 litros sobre ruedas



Palanca bloqueada trampilla abierta

### CARACTERÍSTICAS

- Capacidad 500 a 1400 litros
- Caja de chapa doblada 3 mm
- Vaciado total por bloqueo de la palanca
- Apilable (para versión sobre pies)
- Toma carretilla en acoplamiento sección interior 170 x 70 y distancia entre ejes (F) 700 mm modificables por encargo
- Modelo sobre pies, con toma transpaleta
- Entregado con 1 cadena de seguridad
- Modelo sobre ruedas, equipado con 2 fijas y 2 giratorias Ø125 aluminio/poliuretano con pasamanos - desplazamiento frontal
- Fabricación especial por encargo
- Opciones : bloqueo de apertura de trampilla con muescas pre ajustadas, estanqueidad para líquidos (guillotina específica)

Capacidad litros	Carga Kg	Ruedas Ø	A	B	C	I	D	F	Peso kg	Ref. pintada
500	1000	-	920	800	1340	1200	970	700	160	FGP05000
500	1000	125	980	800	1340	1200	1030	700	170	FGP05121
750	1300	-	920	800	1340	1200	1230	700	185	FGP07000
750	1200	125	980	800	1340	1200	1290	700	195	FGP07121
1000	1700	-	1130	1000	1650	1500	1220	700	210	FGP10000
1000	1200	125	1180	1000	1650	1500	1280	700	220	FGP10121
1400	2200	-	1130	1000	1650	1500	1485	700	255	FGP14000
1400	1200	125	1180	1000	1650	1500	1545	700	265	FGP14121

Cotas indicadas en mm excluyendo opciones y sin compromisos.

## V. Apèndix

### V. I. 6 Mescladora



- > 4 frame models, some with different power option
- > Available in Diesel, Electric, or PTO-tractor
- > Mobile or stationary
- > Perfect for small and medium size sites

		H-102	H-121	P-145	P-160
Diesel engine Power	hp	51	147	up to 350	up to 540
Electric motor power	kW	37	75	200	315
Indicative Tractor power	hp (PTO rpm)	up to 70 (540)	up to 120 (1000)	up to 200 (1000)	up to 300 (1000)
Max branch diameter	cm (in)	8 (3")	15 (6")	20 (8")	25 (10")
Indicative capacity	m <sup>3</sup> /h (yd <sup>3</sup> /h)	up to 30 (40)	up to 50 (65)	up to 200 (260)	up to 300 (400)


## V. Apèndix


### V. I. 7 Instruments de mesura

*TEMPERATURA + OXIGEN:*

**OXYTEMP™ OXYGEN & TEMPERATURE PROBE**

The OxyTemp™ allows you to take samples of air from deep within a compost pile and instantly read the % oxygen present. As an added benefit, it will simultaneously take a temperature reading. Both % oxygen and temperature are displayed on the top of the probe on two independent LCD screens. Our probe has QUICK CLEAN technology, which allows you to unclog the tip and then begin sampling again in a matter of seconds.

  
 MADE IN THE USA




Model #	Stem Length	Price
OXYTEMP24	2 ft.	\$ 2,160
OXYTEMP36	3 ft.	\$ 2,200
OXYTEMP48	4 ft.	\$ 2,240
OXYTEMP60	5 ft.	\$ 2,280
OXYTEMP72	6 ft.	\$ 2,320

Code	Description	Price
REPLYOXY	Replacement O2 Sensor	\$150
REPLTIP	Replacement Tip	\$60

- Oxygen & Temperature in One Probe
- Easy to Use QUICK CLEAN Feature for Clogged Tip (Patent Pending)
- Durable Stainless Steel Construction
- Replaceable Tip
- Dual Electronic Display
- Fahrenheit and Celsius Switch Selectable
- Built in Handle

Probe Material	Stainless Steel
Oxygen Range	0 to 100% Oxygen
Oxygen Accuracy	± 2% Full Scale
Oxygen Display Resolution	1%
Temp. Range	0 to 200°F and 0 to 90°C (Selectable)
Temp. Accuracy	± 2°F (1°C)
Temp. Resolution	1°
Battery	1 x 9V
Warranty	1-Year Limited
Calibration	Use black calibration knob to calibrate to 20.9% in ambient air.







## V. Apèndix

### HUMITAT:

#### LONG STEM COMPOST MOISTURE METER



The REOTEMP Long Stem Compost Moisture Meter allows you to measure relative moisture deep within a large compost pile. The unit is user-calibrated to an "ideal" moisture level, as chosen by the user. The meter indicates relative moisture by means of a sensor at the bottom tip of the probe. The moisture meter is calibrated by inserting the tip into an "ideal" sample of compost or soil and adjusting the needle to a "5" on the 0 to 10 scale. Then, the next time you insert your moisture meter you'll know relative to your ideal moisture content whether your compost is too dry or too wet. Note: The meter does not give a percent moisture content. The meter is sensitive to changing salt content and can be used to track leachate.



Model #	Stem Length	Price
MM24	2 ft.	\$ 68
MM36	3 ft.	\$ 98
MM48	4 ft.	\$ 128
MM60	5 ft.	\$ 158

Uses	Municipalities and Large Compost Operations
Material	Stainless Steel
Probe Length	24-60"
Probe Diameter	5/16"
Power	1 AAA Battery
Scale	1-10 Relative Wetness Scale

## V. Apèndix

### pH + SALINITAT:

SPECIFICATIONS		HI 9811-5	HI 9812-5
Range	pH		0.0 to 14.0 pH
	EC	0 to 6000 µS/cm	0 to 1990 µS/cm
	TDS	0 to 3000 ppm (mg/L)	0 to 1990 ppm (mg/L)
	Temperature	0.0 to 70.0°C	0 to 60°C
Resolution	pH		0.1 pH
	EC		10 µS/cm
	TDS		10 ppm (mg/L)
	Temperature		0°C
Accuracy (@20°C/68°F)	pH		±0.1 pH
	EC		±2% F.S.
	TDS		±2% F.S.
	Temperature		±1°C
TDS Conversion Factor		0.5 ppm (mg/L) = 1 µS/cm	
pH Calibration		manual, 1 point through offset trimmer	
EC/TDS Calibration		manual, 1 point through slope trimmer	
EC/TDS Temperature Compensation		automatic from 0 to 50°C (32 to 122°F) with β = 2%/°C	
Probe		HI 1285-5 pH/EC/TDS/T, 1 m cable (included)	
Battery Type / Life		9V / approximately 150 hours of continuous use	
Environment		0 to 50°C (32 to 122°F); RH 100%	
Dimensions / Weight		144.6 x 79.5 x 37 mm (5.7 x 3.1 x 1.5") / 230 g (8.1 oz.)	

#### ORDERING INFORMATION

HI 9811-5 and HI 9812-5 are supplied with HI 1285-5 pH/EC/TDS/°C probe, starter set of calibration and cleaning solution sachets, 9V battery and instructions.

#### ELECTRODES

HI 1285-5 pH/EC/TDS/°C probe, 1 m (3.3') cable

#### CONDUCTIVITY & TDS CALIBRATION SOLUTIONS

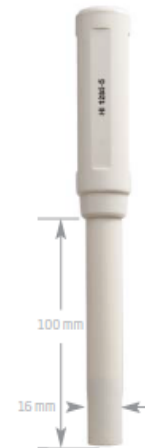
HI 7031L 1413 µS/cm solution, 500 mL  
 HI 7032L 1382 ppm (mg/L) solution, 500 mL

#### pH BUFFER SOLUTIONS

HI 7004L pH 4.01 buffer solution, 500 mL  
 HI 7006L pH 6.86 buffer solution, 500 mL  
 HI 7007L pH 7.01 buffer solution, 500 mL  
 HI 7009L pH 9.18 buffer solution, 500 mL  
 HI 7010L pH 10.01 buffer solution, 500 mL  
 HI 70300L Electrode storage solution, 500 mL  
 HI 7061L Electrode cleaning solution, 500 mL

#### OTHER ACCESSORIES

HI 710007 Shockproof rubber boot, blue  
 HI 710008 Shockproof rubber boot, orange



SPECIFICATIONS		HI1285-5
Description		Combination probe
Reference	Single, Ag/AgCl	
Junction	Cloth	
Electrolyte	Gel	
Max Pressure	0.1 bar	
Range	pH: 0 to 13 / EC: 0 to 60°C (32 to 140°F)	
Tip /Shape	Spheric (dia: 8 mm)	
Temperature Sensor	Yes	
Amplifier	Yes	
Body Material	Polypropylene	
Connection/ Cable	Multi-pin/ 7-pole; 2 m (6.6')	
Recommended Use	Greenhouses, hydroponics, environmental monitoring, water treatment, boilers, cooling towers	

**HANNA**<sup>®</sup>  
 instruments  
 With Great Products, Come Great Results™

## V. Apèndix

---

### V.2. Bibliografia

#### ARTICLES:

Nogales, R., Cifuentes, C. I Benítez, E. (2005). Vermicomposting of Winery Wastes: A Laboratory Study, *Taylor & Francis*, 40, 456-673.

Lacman, J., Rutkowski, K., Tránícek, P., Vítez, T., Burg, P., Turan, T., Junga, P. i Visacki, V. (2015). Determination of rheological behaviour of wine lees, *International Agrophysics*, 29, 307-311.

Burg, P., Vitez, T., Turan, J. i Burgová, J. (2014). EVALUATION OF GRAPE POMACE COMPOSTING PROCESS, *Acta Universitatis Agriculturae et Silvicultura Mendelianae Brunensis*, 5, 875-881.

Carmona, E., Moreno, M.T., Avilés, M. i Ordovás, J. (2012). Composting of wine industry wastes and their use as substrate for growing soilles ornamental plants, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(2), 482-491.

Romero, E., Plaza, C., Senesi, N., Nogales, R. i Polo, A. (2007). Humic acid-like fractions in raw and vermicomposted winery distillery wastes, *Geoderma*, 139, 397-406.

Toscano, G., Riva, G., Duca, D., Foppa Pedretti, E., Corinaldesi, F. i Rossini, G. (2013). Analysis of the characteristics of the residues of the wine production chain finalized to their industrial and energy recovery, *BIOMASS AND BIOENERGY*, 55, 260-267.

Bustamante. M. A., Moral, R., Paredes, C., Pérez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J. i Pérez-Murcia M. D. (2008). Agrochemical characterisation of the sòlid by-products and residues from the winery and distillery industry, *Waste Management*, 28, 372-380.

Paradel, R., Prieto, B. Moldes, A. B. i Barral, M. T. (2010) Seguimiento del compostaje de residus vitivinícoles mediante color, *Óptica pura y aplicada*, 43, 235-243.

#### LIBRES:

Herrera, J. O-R. i Prado, M. O. R. (2007). *El compostaje y su utilización en agricultura*, Santiago, Chile: Fundación para la Innovación Agraria-Universidad de Las Américas.

Generalitat de Catalunya. (2016). *Guía pràctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje*, Barcelona, España: Agencia de Residuos de Cataluña (ARC).

Sing nee' Nigam, P. i Pandey, A. (eds.), (2009). *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*, US: Springer Science+Business Media.

## V. Apèndix

---

### PÀGINES i ALTRES:

Taldrid, D., Laguna, L., Bartolomé, B. i Moreno-Arribas, M. V. (2019). Indústria Vitivinícola. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos: Aplicaciones y nuevos usos de subproductos de la vinificación <http://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/245686-Aplicaciones-y-nuevos-usos-de-subproductos-de-la-vinificacion.html>

Majbar, Z., Lahlou, K., Ben Abbou, M., Ammar, E., Triki, A., Abid, W., Nwdali, M., Bouka, H., Taleb, M., El Haji, M. i Rais, Z. (2018). Co-composting of Olive Mill Waste and Wine-Processing Waste: An Application of Compost as Soil Amendment. *Journal of Chemistry* <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2018/7918583/>

(2016). Residuos del vino como Fuente de energia para las bodegas. *Gestores de residuos*. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/los-residuos-del-vino-como-fuente-de-energia-para-las-bodegas>

Elaboració del Vi. *Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya* <http://www.xtec.cat/cda-bages/consulta/consvinya/4vi/3vi2.pdf>

Amela, E. (2016). *Diseño de una cinta transportadora en una instalación de carga automática de coque* (trabajo de fin de grado). Universitat Jaume I, Castellón, España.

Equipos y maquinaria para el compostaje. Junta de Andalucía [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/equipos\\_y\\_maquinaria.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/equipos_y_maquinaria.pdf)

Álvarez de la Puente, J. (2003). *Manual de compostaje para agricultura ecológica*. Junta de Andalucía (consejería de agricultura y pesca), España: Albanta creativos, s.l.

Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

### LLEIS I NORMES:

Llei 22/2011, de 28 de juliol, de residus i sostres contaminats. Bolletí Oficial de l'Estat, nom. 181, de 29 de juliol de 2011, pp 85650 a 85705.

Directiva 2008/98/CE, del 18 de novembre, sobre els residus i per la que es deroguen determinades directives. Parlament Europeu i del consell, capítol 15, del 19 de novembre de 2008, pp 99-126.

Reial Decret 1304/09, de 31 de juliol, per el que es regula l'eliminació de residus mitjançant el dipòsit en abocadors. Bolletí Oficial de l'Estat, nom. 185, del 1 d'Agost de 2009, pp 65671-65672.

Real Decret 105/2008, d'1 de febrer, per el que es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició. BOE, nom. 38, del 14 de Febrer 2008.



