

**PROJECTE DE DISSENY D'UNA MÀQUINA TRITURADORA
DE MANDÍBULA SIMPLE
PER A UNA PEDRERA DE CALCARIS**

Projecte

**Enric Caner Martínez
Tutor: Pere Maimi Vert**

**Departament: E.P.S.
Àrea: Mecànica**

Convocatòria (mes/any): 09/2014

ÍNDEX DE CONTINGUTS

DOCUMENT 1. Memòria	5
1. Introducció	5
1.1. Peticionari.....	5
1.2. Antecedents	5
1.3. Objecte	5
1.4. Especificacions.....	5
1.5. Abast.....	6
2. Parts de la màquina.....	6
2.1. Ubicació de la màquina	6
2.2. Cos de la màquina	6
2.3. Plaques laterals i plaques de les mandíbules.....	7
2.4. Mandíbula fixa.....	8
2.5. Xassís laterals	9
2.6. Separador posterior	10
2.7. Eix excèntric.....	10
2.8. Part central, mandíbula mòbil.....	11
2.9. Ancoratges al xassís.....	12
2.10. Volants d'inèrcia.....	14
3. Conclusions.....	15
4. Resum econòmic	15
5. Relació de documents	15

ANNEXOS

ANNEX A. Conceptes bàsics sobre els àrids i el seu processat, i necessitat del producte que se'n genera	2
A1. Els àrids i les seves propietats principals.....	2
A1.1. Origen.....	2
A1.2. Propietats físiques.....	2
A1.3. Propietats químiques.....	3
A1.4. Propietats mecàniques.....	3
A1.5. Comminució.....	4
A1.6. La trituració.....	5
A1.7. La mòlta.....	5
A2. Recorregut del producte.....	5
A3. Ubicació de la màquina	6
A4. Justificació de la necessitat del producte.....	7
ANNEX B. La màquina trituradora i el seu paper dins la pedrera	2
B1. Historia de la màquina trituradora.....	2
B2. Descripció general de la màquina i del seu funcionament.....	3
B3. Variants, tamanys i utilitats.....	4
B3.1. Trituradores primàries.....	4
B3.2. Sedassos o mallats.....	5
B3.3. Trituradores secundàries.....	5
B3.4. Criba.....	6
B3.5. Classificació.....	7
B3.6. Processament del llot.....	7
B3.7. Emmagatzematge.....	7
B3.8. Productes de valor afegit.....	8
B3.9. Sorra i grava.....	8

B3.10.	Futur.....	9
B3.11.	Avantatges i inconvenients. Simple i doble efecte.....	10
B3.11.1.	Trituradores de doble efecte.....	10
B3.11.2.	Trituradores de simple efecte.....	11
B3.11.3.	Descripció del moviment del porta mandíbules mòbil.....	12
B3.11.4.	Comparació.....	13
ANNEX C.	Càlcul dels paràmetres principals.....	2
C.1.	Consideracions prèvies.....	2
C.2.	Càlcul dels paràmetres principals.....	2
C2.1.	Càlcul a través de fórmules.....	3
C2.1.1.	Relació de reducció.....	3
C2.1.2.	Ample mínim d'apertura d'alimentació.....	3
C2.1.3.	Llargada de l'apertura d'alimentació.....	4
C2.1.4.	Angle de recepció.....	4
C2.1.5.	Velocitat de funcionament.....	5
C2.1.6.	Reglatge.....	6
C2.1.7.	Capacitat de producció.....	8
C2.1.8.	Potència necessària al motor.....	11
C2.1.9.	Transmissió de la potència aplicada a l'eix excèntric.....	13
C2.2.	Càlcul a través d'àbacs i taules.....	14
C.3.	Càlcul del volant d'inèrcia i potència del motor.....	18
ANNEX D.	Catàlegs	3
Rodaments i greixadors.....	4	
Acoblaments.....	11	
Cargoleria.....	15	

Motors.....	23
Guies de motor.....	25
Politges.....	26
Corretges.....	29

DOCUMENT 1. Memòria

1. Introducció

Tot seguit es descriuen breument el peticionari, antecedents i objecte del present projecte. Així mateix s'introdueixen les especificacions, bàsiques a l'hora de dur a terme qualsevol projecte. Per això han de ser clares, complertes i tancades des d'un bon començament, per evitar malentesos i poder satisfer plenament al client un cop el resultat li sigui presentat sense necessitat de modificacions majors en el projecte obtingut. També s'estableix l'abast del projecte.

1.1. Peticionari

El Juny de 2014, Vicenç Vilamalla Vilamajor, encarregat de la pedrera *Vilabaixempordà S.A.* va encarregar a *Dissenys de Maquinaria Pesada Enric S.L.* (DIMPE S.L.) una màquina trituradora de mandíbula simple per la seva pedrera.

1.2. Antecedents

Actualment la pedrera Vilabaixempordà S.A. disposa d'una trituradora de mandíbules de simple efecte la qual té més de 40 anys de servei continuat. Aquesta màquina ja ha estat amortitzada i, degut als anys que té, té cada cop més avaries, cosa que fa que gran part del mes la màquina no treballi degut al manteniment que cal aplicar-li. Aquest manteniment cada cop és més freqüent i car, i per tant el senyor Vicenç Vilamalla Vilamajor ha decidit encarregar a DIMPE S.L. el projecte d'una nova màquina que substitueixi a l'antiga.

1.3. Objecte

L'objecte del present projecte és el disseny i planificació de la construcció d'una trituradora de mandíbula simple per tal de substituir l'existent, aquesta màquina haurà de tenir una capacitat de producció no inferior a 275 tones/hora, que suposa un 10% més respecte a la producció de la màquina a substituir, en previsió de les futures demandes d'àrids. Per altra banda aquesta màquina ha de tenir un manteniment molt simple per tal d'abaratir el costos de manteniment al mínim i a la vegada reduir el temps de reparació i per tant d'improductivitat de la màquina al mínim, també.

1.4. Especificacions

Funció: ha de ser una màquina capaç de fragmentar pedres de procedència majoritàriament calcària, de la mateixa pedrera. La seva capacitat de producció no pot ser inferior a 275 T/h, ha de tenir una relació de reducció de com a mínim 3, i la boca d'admissió no pot ser inferior a un diàmetre de 725 mm.

Emplaçament: el mateix lloc i posició que l'actual màquina.

Dimensions: la plataforma on anirà muntada en principi no presenta cap restricció de dimensions, ja que disposem d'una plataforma de 15 X20 metres, unes dimensions molt superiors a la de qualsevol màquina d'aquest tipus.

Dimensions del material a processar: el material a processar serà extret a la mateixa pedrera per mitjà de voladures programades, els tamanyos màxims de material seran de 650 mm, no obstant no es descarta de forma puntual pedres d'un diàmetre superior a aquest 650 mm. De tota manera el tamany d'aquestes pedres puntuals mai serà superior a 750 mm ja que es farà una selecció prèvia.

Manteniment: El manteniment ha de ser el mínim, i ha de ser senzill i ràpid de dur a terme.

Condicions de treball: la màquina ha de ser capaç de treballar a la intempèrie (i de fet sempre hi treballarà), exposada a agents climatològics i exteriors com pols, sorra, vent, etc..

Materials per a la fabricació general: el cos de la màquina es fabricarà amb acer dúctil, sota normativa europea. L'assemblatge de la màquina serà realitzat a través de soldadura i cargols.

Materials per a les peces de fabricació: l'eix es fabricarà en acer dúctil mecanitzat y amb un tractament de cementat.

Planta motriu: a través d'energia elèctrica.

Peces per a la unió i el funcionament: totes les peces seran peces normalitzades.

Impacte acústic: es preveu un impacte acústic molt alt.

Impacte mediambiental: l'impacte mediambiental es mostrarà en forma de pols i fort soroll durant tot el temps d'ús de la màquina.

Unitats a fabricar: una sola unitat.

Vida útil: ha de tenir una vida útil no inferior a 30 anys.

1.5. Abast

L'abast d'aquest projecte s'estén des del disseny i estudi de la màquina fins a la fabricació i planificació de la construcció de la mateixa.

2. Parts de la màquina

2.1. Ubicació de la màquina

La màquina s'ha de poder col·locar en l'emplaçament de la màquina a substituir, de tal forma que es pugui aprofitar la caiguda ja existent i la boca de sortida de la màquina desemboqui directament a les cintes de transport ja instal·lades. D'aquesta manera els processos de remodelació de la planta seran mínims. D'altra banda també serà possible aprofitar la rampa i tolva d'alimentació de la màquina a substituir, amb la única correcció d'haver de donar 100 cm més d'altura a la rampa d'alimentació per tal de guanyar altura en la descàrrega del material a la tolva d'alimentació.

La forma és similar a la majoria de màquines d'aquest tipus, però s'ha dissenyat en varies peces acoblades mitjançant cargols per facilitar la reparació o substitució de peces avariades.

2.2. Cos de la màquina

És la part de la màquina on se subjecten tots els mecanismes. Per aquest tipus de màquina ha de ser especialment robust, cal reduir al màxim les vibracions resultants de l'esmicolament del mineral. Normalment és un element a reparar ja que la constància dels esforços el sotmet a un elevat treball de fatiga.

Consta de:

- a. Mandíbula fixa, a la part davantera.
- b. Xassís laterals.
- c. Separador posterior.
- d. Ancoratges al terra.

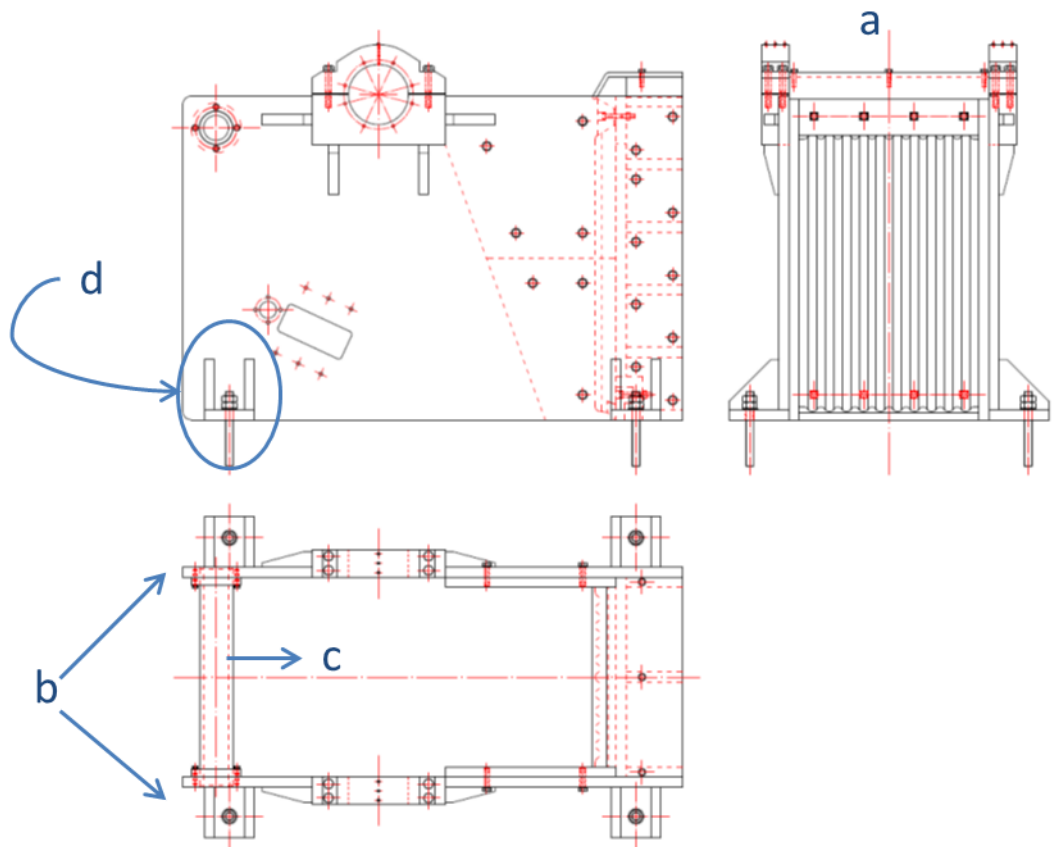


Figura 1.1. Plànol del cos de la màquina.

2.3. Plaques laterals i plaques de les mandíbules

Les plaques laterals seran les plaques encarregades de protegir el cos de la maquina del desgast produït pel continu fregament del material contra el cos de la màquina, aquestes plaques aniran collades amb cargols i femelles. Per tal de ser fàcilment reemplaçades aquestes seran llises. Les plaques de les mandíbules tenen la mateixa funció que les laterals, a més de facilitar el trencament de les pedres ja que aquestes plaques són dentades (veure exemple a la Figura 1.2.). Aquestes plaques també aniran collades, però en aquest cas s'utilitzaran cunyes per tal de millorar l'assentament d'aquestes plaques.



Figura 1.2. Imatge d'unes plaques per a màquina trituradora. Són la part que realitza el treball de trituració, recobreixen la mandíbula per tal que aquesta no sigui la que s'hagi de canviar per desgast, i d'aquesta manera són les plaques les que es canvien més sovint i fàcilment. Acostumen a ser fetes d'acers austenítics al manganès tractat, donada la seva capacitat d'enduriment superficial, per xocs en fred.

Aquestes plaques seran fabricades per una empresa subcontractada, seran fetes en fosa amb una aliatge d'acer al manganès amb una elevada resistència al xoc i a al desgast.

2.4. Mandíbula fixa

Aquesta part de la màquina ha de ser molt robusta, ja que rebrà directament els esforços resultants de la partició del mineral.

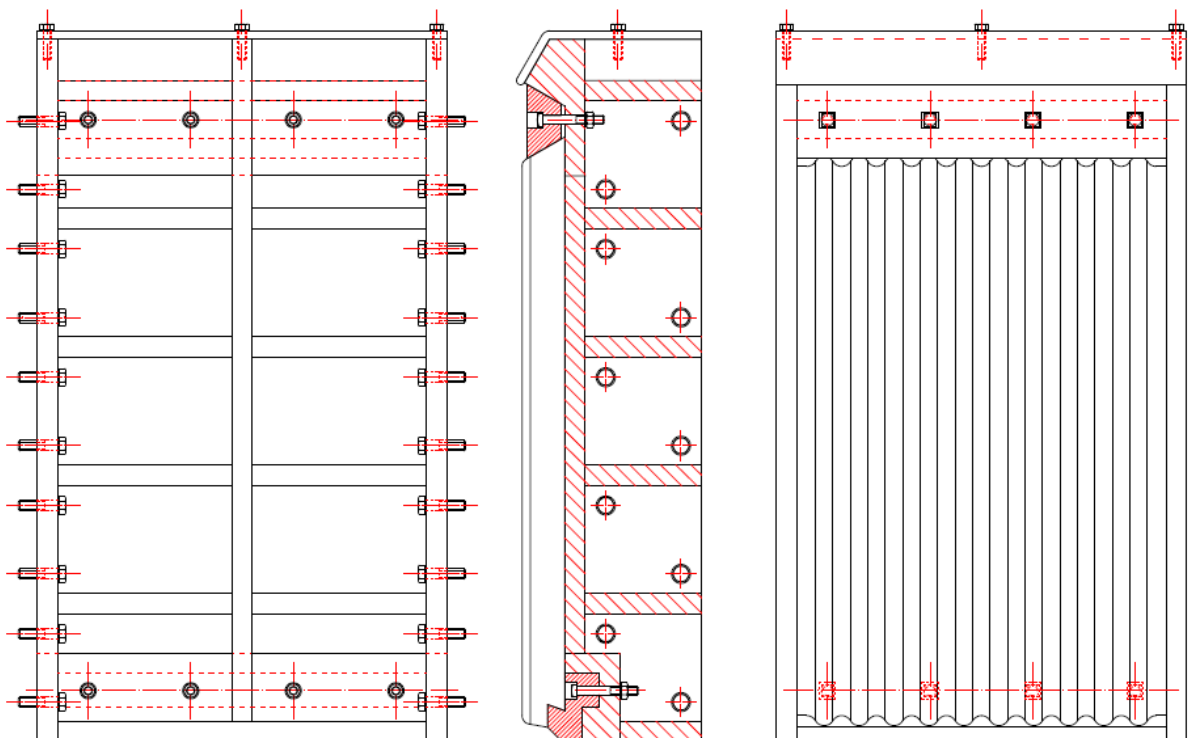


Figura 1.3. Plànol de la mandíbula fixa.

La mandíbula consta d'un gran suport reforçat amb nervis, sobre el que s'hi munta la placa de fregament fixa. Per la part superior s'ha previst una planxa que protegeix el conjunt dels impactes del mineral quan es carrega la màquina.

La placa de fregament és guiada amb una peça de secció trapezoïdal per la part superior, que a la vegada li fa de brida i per una peça que la subjecta a la part inferior. Aquestes dues peces estan subjectes al suport amb cargols de cap quadrat, el motiu de la forma del cap es que no girin quan es cargolen. La placa de fregament es una de les peces que més pateix i sovint s'ha de canviar. Tot el conjunt es muntable i desmuntable a la màquina, concretament sobre les plaques laterals del xassís.

2.5. Xassís laterals

Són plaques de gran dimensions situades simètriques a cada costat, uneixen la mandíbula fixa amb la resta de la màquina.

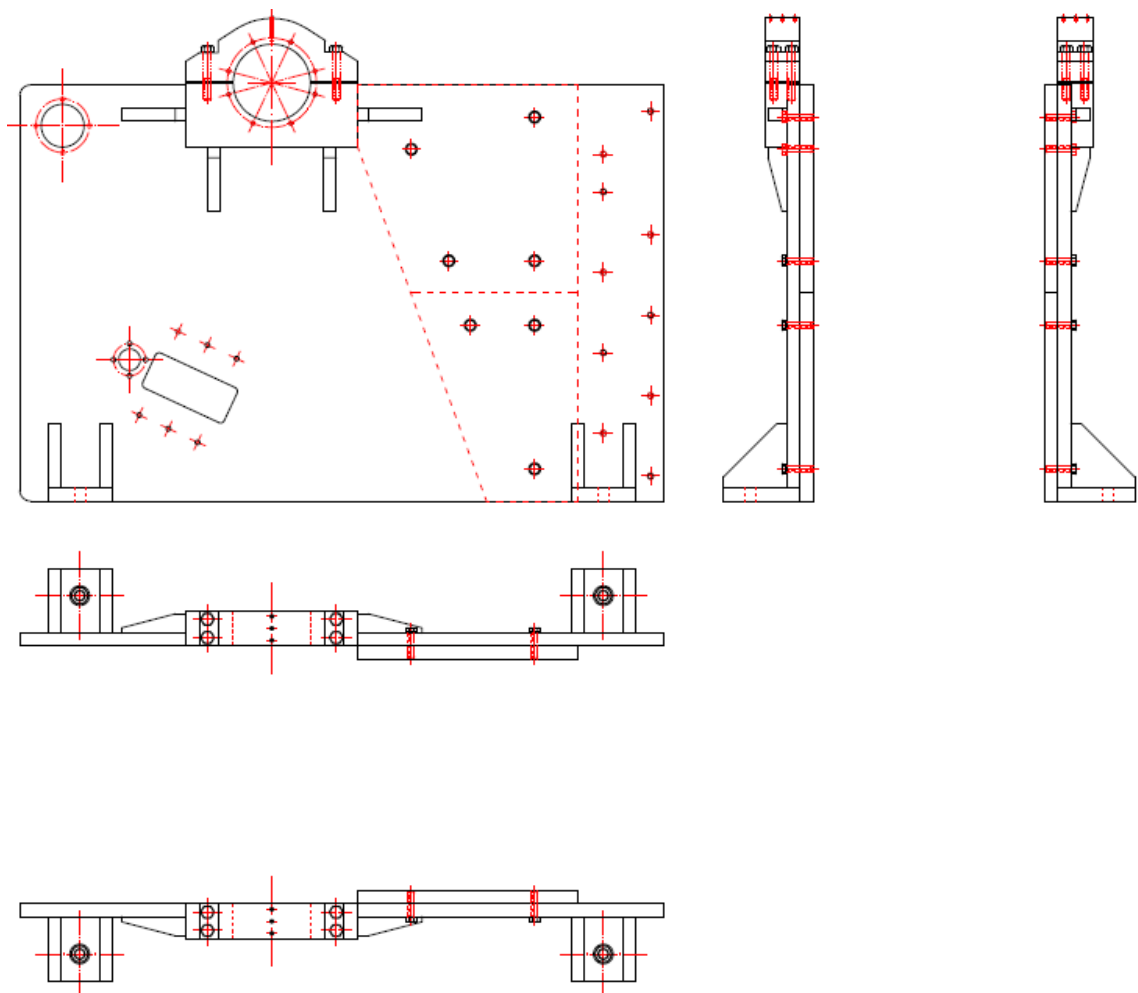


Figura 1.4. Plànol del xassís lateral.

A la part superior hi ha situats els ancoratges dels coixinets de l'eix excèntric, com s'ha dit son partits per la meitat i s'uneixen amb quatre cargols, aquí es col·loquen les tapetes que subjecten els coixinets.

A la part davantera hi ha els forats en el que s'hi acoblarà la mandíbula fixa. Al seu costat s'hi munten, per la part interior, les plaques de fricció laterals. A la part posterior s'hi col·locarà el separador d'entre plaques.

El forats que s'hi veuen al costat de la finestra i aquesta mateixa, serveixen per acoblar el mecanisme de regulació de la sortida del material esmicolat. Finalment, les plaques que s'han situat a la base, són per fixar la màquina al terra o els ancoratges.

2.6. Separador posterior

Serveix per separar, o mantenir la distància entre els xassís laterals.

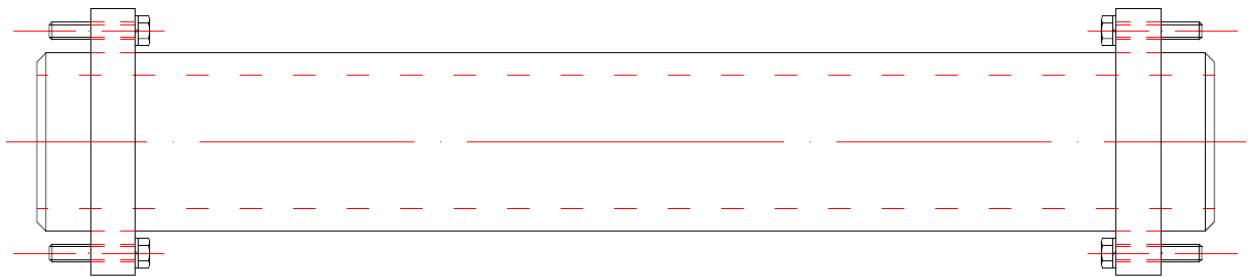


Figura 1.5. Plànol de separador posterior.

És simplement una peça feta per un tub al que se li solden dues valones, que són les que porten els forats i els cargols per acoblar-ho als xassís.

2.7. Eix excèntric

L'eix serà fabricat amb acer dúctil mecanitzat per tal de donar-li la forma, a més de donar-li un tractament extern de cementat per augmentar la seva resistència al desgast en els punts de fregament amb el coixinets i el la zona de pivotatge de la mandíbula mòbil.

Es una de les parts bàsiques d'aquest tipus de màquina, i consta de:

- a. Part central, on hi ha l'excèntric.
- b. Ancoratges al xassís, a banda i banda.
- c. Volants d'inèrcia, als extrems.

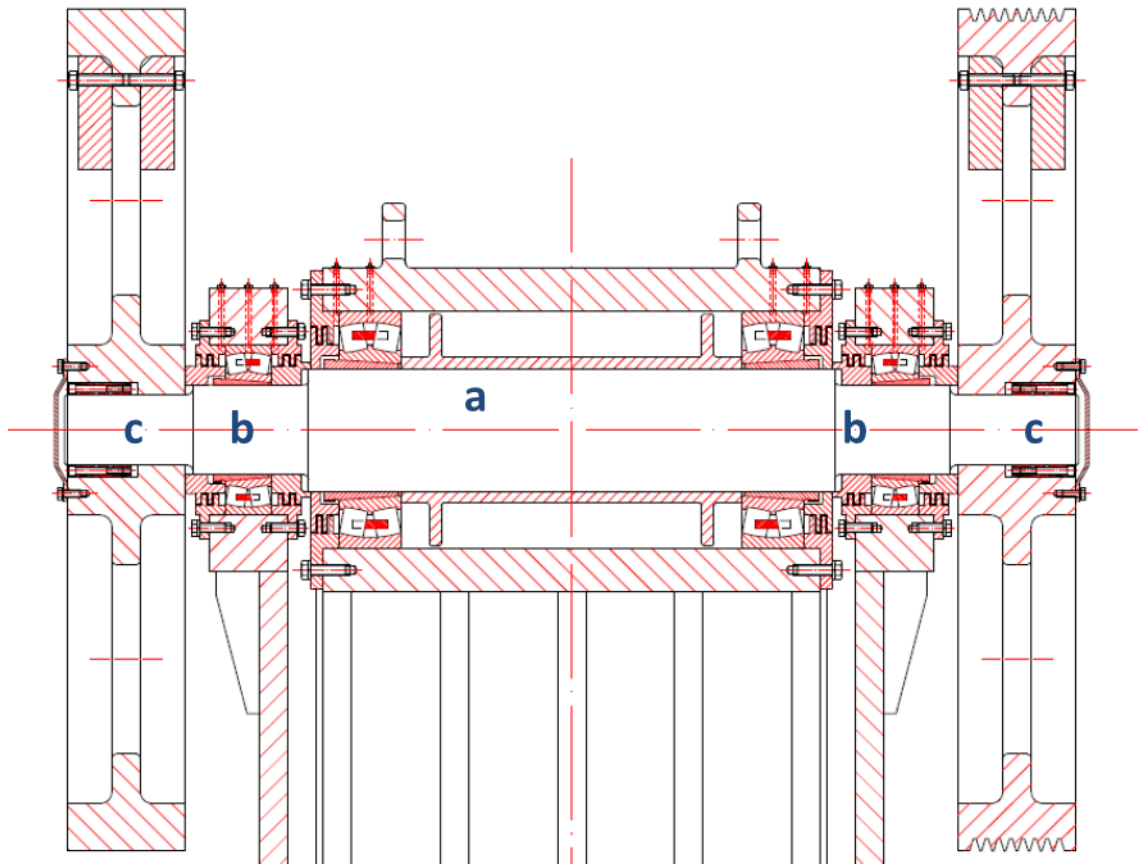


Figura 1.6. Plànol de l'eix excèntric.

Pel disseny, s'ha tingut en compte no preveure rosques ni xavetes ja que provocarien punts dèbils per on es produïrien ruptures. En els canvis de diàmetre s'ha previst radis per evitar cantes vius i per tant llocs on es podrien produir també ruptures.

2.8. Part central, mandíbula mòbil.

Aquesta part de la màquina ha de ser robusta, ja que rebrà directament els esforços resultants de la partició del mineral i a més té que tenir un fàcil muntatge i desmuntatge, ja que és una de les parts que previsiblement es repararà.

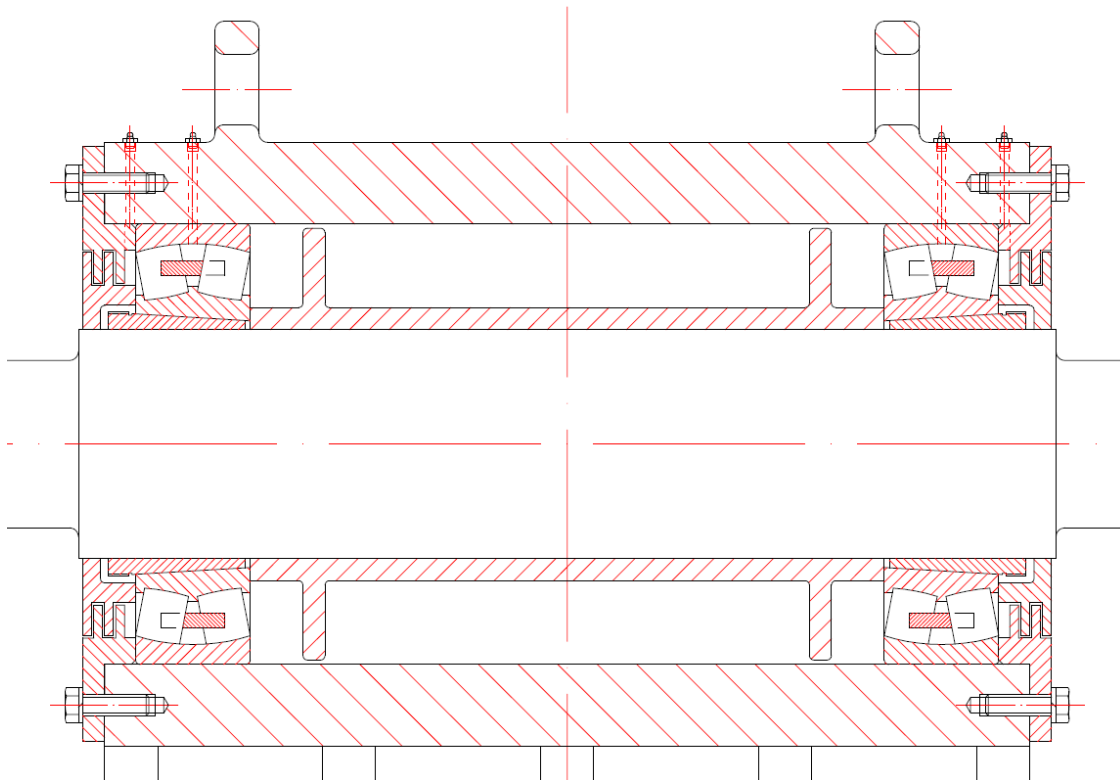


Figura 1.7. Plànol de la part central de la mandíbula mòbil.

La mandíbula s'ha previst amb un forat totalment cilíndric per els coixinets, la qual cosa simplifica la mecanització de la peça. Dues tapetes, una a cada banda, impedeixen que els coixinets es belluguin. A la part central, un separador serveix per muntar-los, i perquè al desmuntar-los l'eix es recolzi en les valones.

Les tapetes tenen obturació laberíntica, (Annex 4 pàg. 3), que combinada amb obturació per grassa fan que l'entrada de pols i partícules en els coixinets sigui pràcticament nul·la. Per poder-les muntar les tapetes son partides per la meitat.

Els coixinets son de rodets esfèrics (Annex4 pàg. 4), amb forat cònic i "manguito" de desmuntatge, aquest és un tipus de coixinet molt resistent i adequat per l'ús que se li donarà pel que fa als rodets, al ser cònic facilita tant el muntatge com el desmuntatge, això es possible per efecte del "manguito" pel qual s'acobla al eix, (Annex 4 pàg. 5). Els coixinets es claven per la part exterior a la mandíbula.

S'han dispostat engraixadors (Annex 4 pàg. 6), per omplir periòdicament tant els obturadors com els coixinets, la qual cosa s'haurà de programar d'acord amb l'ús i el lloc on s'instal·larà la màquina.

2.9. Ancoratges al xassís

Al mateix que la part central aquesta part de la màquina te que ser robusta, però amb l'inconvenient que, per motius de mides (és un eix excèntric) el diàmetre és inferior.

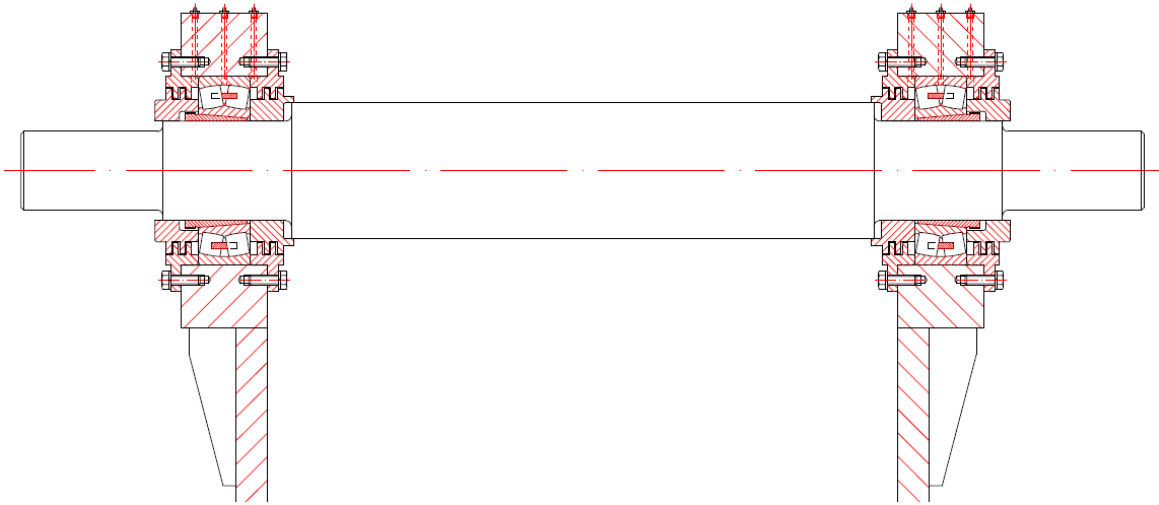


Figura 1.8: Anclatges al xassís.

En els anclatges s'han previst forats totalment cilíndrics pels coixinets, per simplificar la mecanització de les peces. Dues tapetes, una a cada banda, impedeixen que els coixinets es belluguin.

Els coixinets son de rodets esfèrics (Annex 4 pàg. 7), amb forat cònic i "manguito" de desmuntatge, com en el centre.

Les tapetes tenen obturació laberíntica combinada amb obturació per grassa, també com al centre, i són partides per al muntatge.

Per facilitar el muntatge o el desmuntatge de tot el conjunt eix-mandíbula, els anclatges són partits, fent possible per a qualsevol reparació dur-lo al taller amb al que significa per la comoditat i la eficàcia, (Annex 4 pàg. 8).

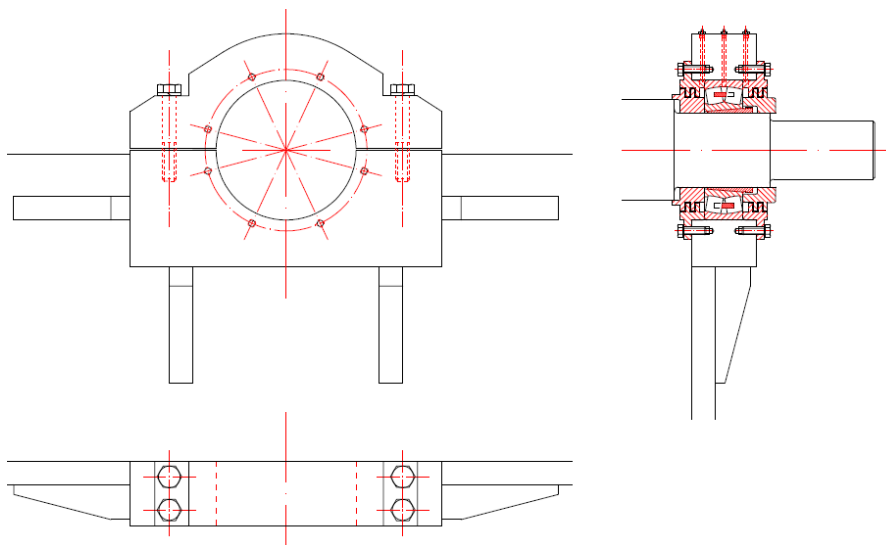


Figura 1.9. Detall dels anclatges partits.

També s'han disposat engreixadors per omplir periòdicament tant els obturadors com els coixinets.

2.10. Volants d'inèrcia

Tenen la funció de mantenir constant la força en tot moment, hi hagi o no esforç que s'oposi al moviment. La massa per aconseguir-ho es per això molt gran i es tradueix en les grans dimensions en diàmetre que prenen els volants. Aquest diàmetre s'aprofita per fer que un dels volants sigui utilitzat de politja en la transmissió del moviment.

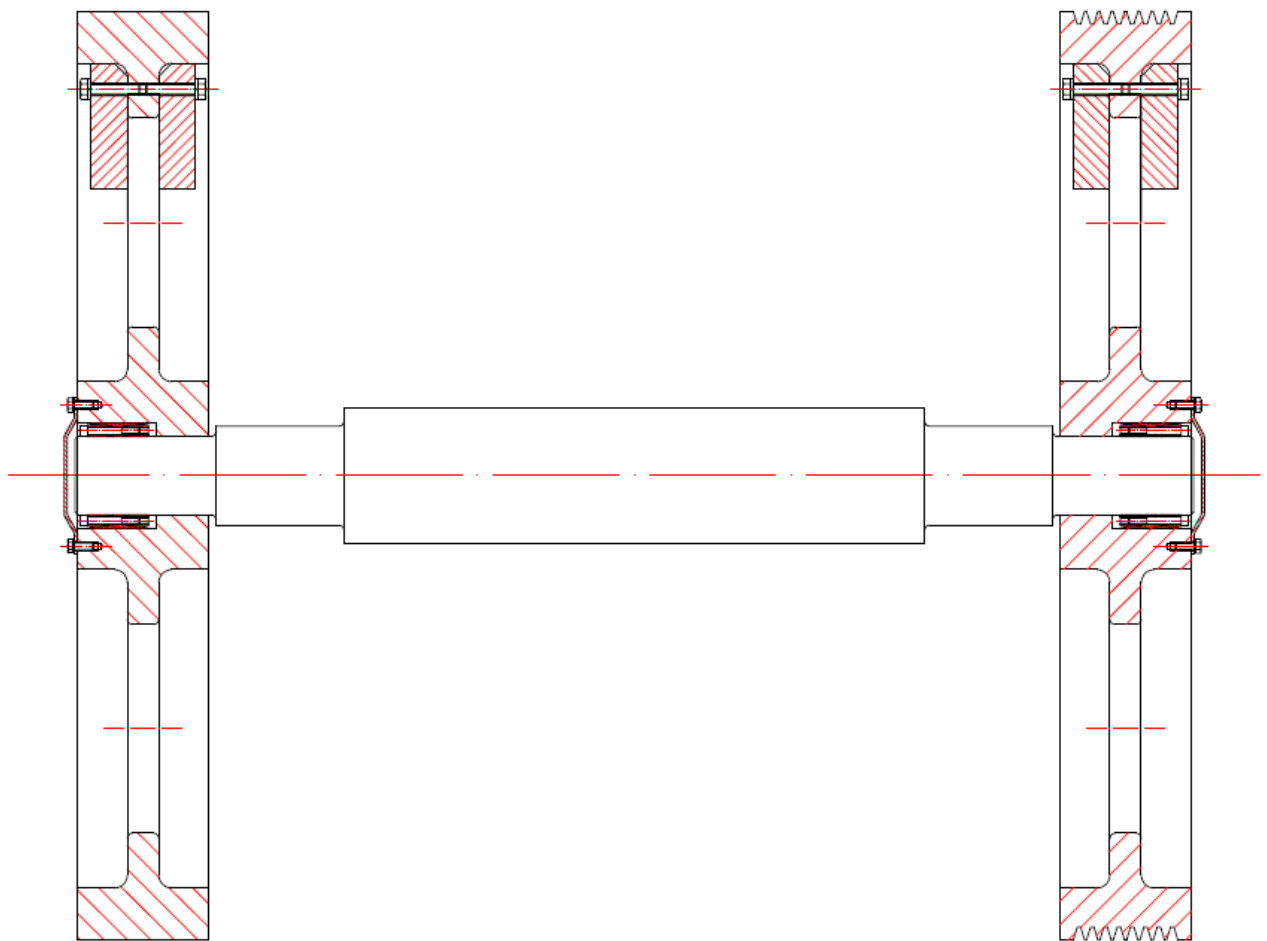


Figura 1.10: Plànol dels volants d'inèrcia.

Els volants són discos compostos de nucli i llanta exterior, que és on es concentra la massa per augmentar la inèrcia. A més per fer més força en el moment de trossejar el mineral, s'hi han acoblats uns contrapesos en la part més exterior possible.

La fixació dels volants a l'eix s'ha dissenyat amb acoblaments amb anells cònics (Annex 4 pàg. 9), es aquest un sistema molt fiable, el més semblant al clavat amb calent, però amb la avantatge de que es pot desmuntar (Annex 4 pàg. 10). Per evitar que la pols i la brutícia entrin a l'acoblament s'hi ha col·locat una tapeta a la part exterior.

3. Conclusions

S'han aconseguit els objectius proposats i detallats en la memòria. La màquina permetrà la trituració d'àrids de diferents tamanys.

Aquesta màquina s'ha dissenyat posant especial èmfasi en la facilitat de muntatge i manteniment, com es pot veure a les parts de la màquina on s'observa que els coixinets van collats a la màquina a través de bolones que fan, a la vegada que de cunyes d'extractor.

També s'ha aconseguit mantenir les mesures de la màquina existent per tal de poder aprofitar la ubicació present i no haver d'introduir canvis en la configuració de la pedrera.

Cal remarcar que la màquina ha estat pensada per tal que sigui el més econòmica possible, i ràpida i fàcil de fabricar i muntar.

4. Resum econòmic

El cost total de la màquina trituradora, incloent les peces de compra, les peces de fabricació, la mà d'obra i el muntatge, a més del preu de redacció i delineació del present projecte és de (per a més detall, consultar el document 5 o pressupost):

Vuitanta-set mil tres-cents noranta-u euros, 87.391€

5. Relació de documents

Els documents dels quals consta el projecte són els següents:

Document núm. 1	Memòria i Annexos
Annex A	Conceptes bàsics sobre els àrids i el seu processat, i necessitat del producte que se'n genera
Annex B	La màquina trituradora i el seu paper dins la pedrera
Annex C	Càlcul dels paràmetres principals
Annex D	Catàlegs
Document núm. 2	Plànols
Document núm. 3	Plec de Condicions
Document núm. 4	Estat d'amidaments
Document núm. 5	Pressupost