

Un imprest par miorâ il lavôr tes primis trê etis dal cavalîr: progjetazion, definizion dal prototip, costruzion e prove di funzionament

RINO GUBIANI*

Ristret. La sede e je une fibre proteiche gjavade fûr de galete produsude dal cavalîr (*Bombyx mori*) une vore lizere, lusinte, delicate a tocjâle, che e à une lungje durade e une grande afinitât cui colorants. In chest moment il 95% de sede produsude ator pal mont e ven de Asie, in particolâr de Cine, ma ancje li, aromai, la produzion e sta calant a vantaç des fibris sintetichis.

Il sessante par cent di dute la plastiche doprade, come, par esempi, poliestar, poliamice, acrilic, e vie indevant, si cjate tai vistîts. Quant che chescj vistîts a vegnin lavorâts in mût mecanic (come, par esempi, te laveblancjarie) a butin fûr un grum di chestis piçulis parts di plastiche, che daspò a finissin tes aghis, tal mâr e ancje tal aiar. Chest fat al à mot ducj i paîs a cirî di tornâ a doprâ lis fibris naturâls e a son tacadis une vore di ricercjîs sientifichis par judâ a disvilupâ di gnûf la produzion e il marcjât de sede.

Par judâ la rinassite dal setôr produtîf de sede, la region Friûl Vignesie Julie, midiant il PSR 2014-2020, e à finanziât il progjet “SILK”. Denti di chest progjet, il grop di ricercje di *Biosystem Engineering* dal DI4A de Universitât dal Friûl al à cjapât sù la sfide di ideâ e progjetâ une gnove machine prototipâl par judâ il lavôr tes primis etis di disvilup dai cavalîrs.

Il prototip, costruît pal arlevament dai cavalîrs tes primis trê etis di disvilup, al è un prin pas viers la ideazion e la progjetazion di imprescj che a aumentin la ergonomie e la produtivitât dal lavôr e che a puedin jessi doprâts ancje tes piçulis aziendis.

Peraulis clâf. Sede, imprescj pai cavalîrs, dissin di machinis, arlevament dai cavalîrs.

* Dipartiment di Siencis agroalimentârs, ambientâls e animâls. Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: rino.gubiani@uniud.it.

1. Introduzion. La sede e je une fibre proteiche gjavade fûr de galetè produsude dal cavalîr (*Bombyx mori*) une vore lizere, lusinte, delicate a tocjâle, che e à une lungje durade e une grande afinitât cui colorants. L'arlevament dai cavalîrs che al à come prodot finâl la sede al è clamât sericulture.

In chest moment il 95% de sede produsude ator pal mont e ven de Asie, in particolâr de Cine (Tab. 1) ma ancje li, aromai, la produzion e sta calant a vantaç des fibris sintetichis.

In Friûl e, dongje, tal Venit, l'arlevament dai cavalîrs al è tacât ator dal 1400-1500 cuant che la Republiche di Vignesie e à scomençât a produci, tiessi e espuartâ la sede. Come che bielzà si sa, il cavalîr si pues nudrî dome di fueis de plante dal morâr (*Morus*, de famee *Moraceae*), miôr se al è *Morus alba* ma ancje *Morus nigra*, e duncje in chel stes timp si è scomençât a plantâ un grum di morârs, dispes dongje lis plantis di vît par tignîlis sù, rivant, in pôc timp, a cambiâ fintremai il paisaç furlan fin tal dì di vuê (Fig. 1).

Tor la fin dal 1700, un economist furlan, Toni Zanon, al capì che al jere miôr produci la galetè in piçulis aziendis familiârs invezit che tes pocjîs tignudis dai siôrs; une idee che e jere za stade disvilupade di Jacopo Linussio, in Cjargne, par fâ vistîts tes fameis doprant il lavôr, cetant impuartant, des feminis. Cheste inovazion e puartâ a une difusion une vore svelte dal arlevament dal cavalîr in dute la furlanie e ancje tal Venit. La prime grande crisi te produzion de sede si è vude tor dai agns Trente dal secul passât (Fig. 2), cuant che, sot dal guvier di Mussolini, a forin aprovadis lis leçs par favorî l'autarchie, ma chest al le cuintri dal marcjât de sede – che al jere cuasi dut prontât par vendi tai paîs forescj – si che duncje, cheste situazion e gjavà une buine part dal vuadagn che al rivave tes fameis contadinis.

Daspò de Seconde vuere mondiâl la sede fate culî in Friûl e vignive a costâ une vore di plui di chê che e rivave dal Orient e cussì la produzion de sede e à tacât a disparî; si à di ricuardâ che tal 1924 in Italie si produsevin 57.000 toneladis di galetis, caladis a 13.000 tal 1950, a 7.000 tal 1959, fintremai cuasi a disparî ator dal 1970.

Rivant tor dal 1990 a son stâts provâts tancj mûts par tornâ a fâ partî la produzion de sede, ma no si à rivât, ancje par vie de distribuzion di un

Tabele 1. Produzion di sede tal mont (in toneladis).

<i>Paîs</i>	<i>2014</i>	<i>2018</i>	<i>2020</i>
Cine	146.000	120.000	53.359
Indie	28.708	35.261	33.770
Uzbekistan	1.100	1.800	2.037
Vietnam	420	680	969
Taïlande	692	680	520
Brasîl	560	650	377
Coree dal Nord	320	350	370
Gjapon	30	20	16
Turchie	32	32	5
Italie	3,5	2,8	2



Figure 1. Morârs a Glemone in Invier.

velen (*fenoxycarb*), che al vignive butât par parâ i miluçârs, i pierçolârs e altris pomârs des paveis (*tortricidae*), ma che al finive ancje sui morârs, copant cussì i cavalîrs che dal morâr a mangjin lis fueis. Tal 2012, chest prodot al è stât proibît ma instes l'arlevament dal cavalîr nol à tornât a cjapâ pît, ancje se cumò in Cine si prodûs simpri mancûl sede par vie

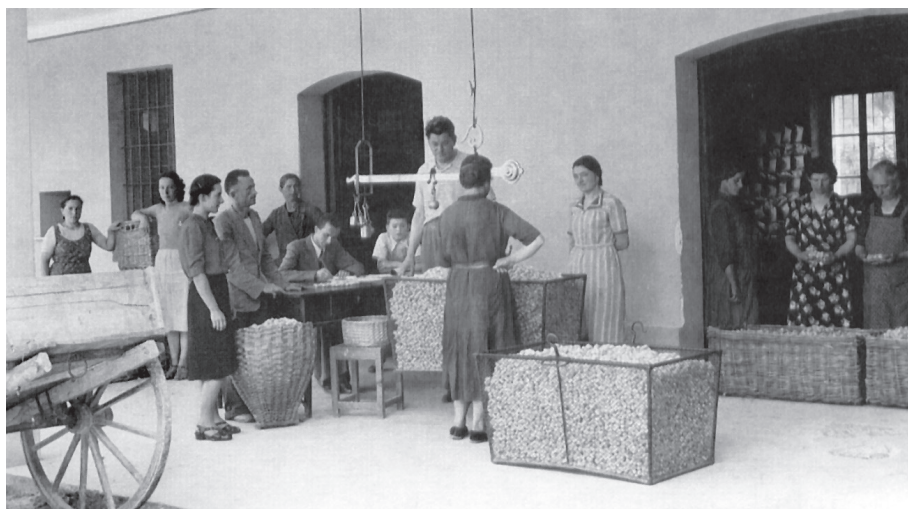


Figure 2. Consegne des galetis a Glemona ator dal 1930.

che il cost dal lavôr al è cressût anje là e milions di personis a àn molât la agriculture par lavorâ di altris bandis e cussì, come che al è sucedût achì, il lavôr par produci la sede al è restât compagn di 100 agns indaûr.

Il fat che la Cine no produci plui avonde sede al podarès sedi un vantaç par podê pensâ a un gnûf disvilup de produzion culi in Friûl, tignint cont che al sta vignint fûr un grant probleme causât des nano e microplastichis. I materiâi plastics a son doprâts ogni dì e si cjatin tes sportis, tai mobii, tai sacuts per tignî la robe di mangjâ e si ju dopre tal puest di fier, len, cjarte, veri, etc., parcè che a son lizêrs, resistentis e no costin plui di tant.

Par fâ un esempli, tai vistîts si cjate il 60% di dute la plastiche doprade, come, par esempli, poliestar, poliamice, acrilic, e vie indevant. Cuan che chescj vistîts a vegnin lavorâts in mût mecanic (come, par esempli, te laveblancjerie) a butin fûr (Salvador Cesa et al. 2020) un grum di chestis piçulis parts di plastiche, che daspò a finissin tes aghis, tal mâr e anje tal aiar (De Falco et al. 2020). Chest fat al à mot ducj i paîs a cirî di tornâ a doprâ lis fibris naturâls e a son tacadis une vore di ricercjîs sientifichis par judâ a disvilupâ di gnûf la produzion e il marcjât de sede passant par chestis condizions (Singh, Nigam, Kapila 2021):

- mecanizazion de coltivazion dal morâr e de racuelte des fueis par preparâlis pai cavalîrs in funzion des lôr etis;
- jutori tal arlevament dai cavalîrs cun imprescj che a judin a calâ lis oris di lavôr e la fadie dai operaris.

Come che o vin viodût te Tabele 1 la produzion e je daûr a calâ dapardut, soledut parcè che la tecniche di arlevament e je restade simpri chê e aromai no si rive plui a stâ dentri cui coscj (Hatibaruah et al. 2021). Ancje in Indie e in Cine si sta provant a cambiâ il mût di arlevâ i cavalîrs, comprindût cemût lavâ i gridiçs o miorâ la pulizie di dut il sisteme (Li et al. 2017). Cui imprescj doprâts par miorâ l'arlevament dai cavalîrs si à viodût che a puedin calâ dal 65% lis oris di lavôr e incressi la produtivitât (kg di sede/ore) dal 55%. Il cost de sede in chest câs al cale dal 35,9% (Jung et al. 2006).

Un altri probleme di risolti al è il spazi masse grant doprât tal arlevament di une volte e duncje cumò si domande un spazi plui piçul, che al coste ancje mancul.

Par judâ la rinassite dal setôr produtîf de sede, la region Friûl Vignesie Julie, midiant il PSR 2014-2020, e à finanziât il progjet “SILK”, cu la intenzion di meti adun i “distrets de sede”, dulà che – dongje de progjetazion di gnûfs imprescj pal arlevament – si pense ancje a cemût sburtâ la coltivazion dal morâr sedi midiant il studi dai arbui che inmò a cressin sul teritori furlan sedi, daspò, implantant gnûfs cjamps di morârs, magari cun plantis che si disvilupin plui adure te Vierte o plui tart tal Istât. Une volte, di fat, si arlevavin i cavalîrs dome tal mê di Mai, pal fat che dopo i contadins a jerin impegnâts a fâ fen e a fâ altris lavôrs, e po ancje par vie che no si podevin controlâ temperadure e umiditât, che a àn di stâ jenfri valôrs precîs (Tab. 2). Cumò, inveçit, si podarès cjapâ dute la stagjon, di Mai a Otubar, doprant, par esempi, un condizionadôr pal control des cundizions ambientâls, e un implant di morârs studiâts par vê avonde fueis par dute la stagjon, in mût di rivâ a tirâ sù cuatri o cinc gjenerazions di cavalîrs, inveçit di une.

In bande di chescj obietîfs, si vûl cirî di disvilupâ ancje gnovis stradis par doprâ la sede o i siei prodots come, par esempi, la cosmesi o altris soluzions pe bielege.

In chest progjet, il grop di ricercje di *Biosystem Engineering* dal DI4A

Tabele 2. Misuris normâls pal arlevament di cavalîrs poliincrosâts (20.000 ûfs) (Cappelozza, 2010).

<i>Mudis</i>	<i>Superficie necessarie in m²</i>		<i>Fueis di morâr</i>	<i>Temperature</i>	<i>Umiditât</i>		<i>Durade</i>	
	<i>Tacant la ete</i>	<i>Ae fin de ete</i>	<i>kg</i>	<i>Co</i>	<i>Tacant la ete</i>	<i>A mude</i>	<i>Dîs</i>	<i>(+) dîs pe mude</i>
1 ^e ete	0.4	0.8	1.5-2.0	27	90	65	4-5	(+) 1
2 ^e ete	1.0	1.8-2.0	3.0-4.0	26	85	65	3	(+) 1
3 ^e ete	2.0	3.6-4.0	15-20	25	80	65	4	(+) 1
4 ^e ete	4.0-4.5	8.0-10.0	65.0-70.0	25	75	60	5	(+) 1
5 ^e ete	10.0	15.0-20.0	300.0-340.0	24	70	70		7-8
Totâl	-	-	384.5-436.0	-	-	-		27-29

de Universitât dal Friûl al à cjàpât sù la sfide di ideâ e progjetâ une gnove machine prototipâl par judâ il lavôr tes primis etis di disvilup dai cavalîrs.

2. Metodichis. L'obietîf dal progjet al. jere chel di meti adun un imprest che al judàs un operadôr a lavorâ miôr tes primis trê etis dai cavalîrs, che a son lis plui difilicis di gjestî parcè che i cavalîrs a son intune cundizion di stât larvâl, une vore piçui e debii e duncje bisugne vê un grum di cure. La base di cheste idee e je che intun distret de sede une aziende e tignedi adun l'arlevament des primis trê etis dulà che bisugne dâ di mangjâ par fin, taçant lis fueis in piçui tocuts, netâ dispès (une o dôs voltis in dì) il telâr dulà che a mangjin dai scarts des fueis, dai escrementis e dai cavalîrs muarts. Finide la tierce ete di cheste fase delicate, i cavalîrs a vignaressin dâts aes aziendis par finî il cicli cu lis dôs ultimis etis, cuant che a puedin jessi arlevâts par tiere, stant che al covente plui puest, ma mancûl cure parcè che a son plui grancj e fuarts.

Ce che al à domandât il progjet par meti adun il prototip di chest imprest si pues meti in struc cussì:

- 1) une machine par facilitâ lis operations indulà che a puedin jessi in vore un o doi operaris sentâts in posizion ergonomiche o in pîts mance movîsi ator;
- 2) gjestî al mancûl une once (60.000 ûfs) (Tab. 2);
- 3) judâ la pulizie dai telârs dai cavalîrs e ridusi i tîmps di vore;
- 4) nudrî cun comoditât i cavalîrs;
- 5) controlâ cun facilitât la temperature e la umiditât;
- 6) rispjetâ la leç su la sigurece dai lûcs di vore.

Il progjet dal prototip al è tacât te Vierte dal 2018 cui prins dissens fats a man, come schiçs, po dopo si è lâts suntun program dal computer, l'AUTOCAD, tignint cont che lis misuris a fossin buinis pal ambient dulà che al sarès stât poiât il prototip, ven a stâi la aziende *Comugnâi* di Alessio Sverzut in chel di Aquilee. Lis misuris de stanzie e jerin di 2,75 m par adalt, 6 m par lunc e 3 m par larc. In plui, viodût che la puarte par jentrâ e jere di 2 m x 2 m, l'imprest al è stât progjetât in mût di podê smontâlu a tocs, fâlu jentrâ cence fastidis e daspò metilu di gnûf adun.

Finide la progjetazion su AUTOCAD, il dissen al è stât puartât te fabriche di cjarpentarie mecaniche di Ferruccio Pezzetta di Buie (Friûl Vignesie Julie), indulà che al è stât costruît, zuiant un pôc cui components e doprant misuris standard par sbassâ cussì i coscj di produzion.

Daspò de costruzion, il prototip al è stât, duncje, puartât inte aziende di Aquilee, indulà che al jere za un piçul arlevament di cavalîrs. Te aziende, al è stât montât dentri de stanzie e provât vie pe Sierade dal 2021 ae Vierte dal 2022 su mieze once di ûfs (10.000 ûfs), ven a stâi doprant dome une part dal potenziâl dal prototip par arlevâ i cavalîrs (come che o vin dît, il progjet al. è par 60.000 ûfs), ma cheste riduzion e je stade causade di une stagjon une vore sute che e à fat in mût che a fossin pocjîs fueis di morâr.

3. Risultâts. Un prin risultât al è di sigûr la costruzion steshe dal prototip fondât sul progjet disegnat in AUTOCAD (Fig. 3 e Fig. 5a e 5b) e daûr i obietîfs descrits intes metodichis.

Par rispuindi a lis sîs domandis buridis fûr tal moment che al è stât pensât il prototip, rispjet ai ponts presentâts tes metodichis a son stadi sielzudis chestis soluzions:

- 1) par rivâ a cjapâ dentri il prin obietîf si è pensât a une ruede furnide di casselis a plui nivei, in mût che zirant si puedin doprâ une par volte, e chest par permeti di sfrutâ ben i metris cuadrâts dal ambient dulà che si va a meti la machine. Fasint zirâ chestis casselis duncje, al covente dome un operari e nol covente che si movi plui di tant. Lis casselis a puedin jessi blocadis par podê lavorâ in pîts (a 1.000-1.200 mm alts di par tiere) e sentât (a 700-800 mm alts di par tiere) daûr de necessitât dal moment;

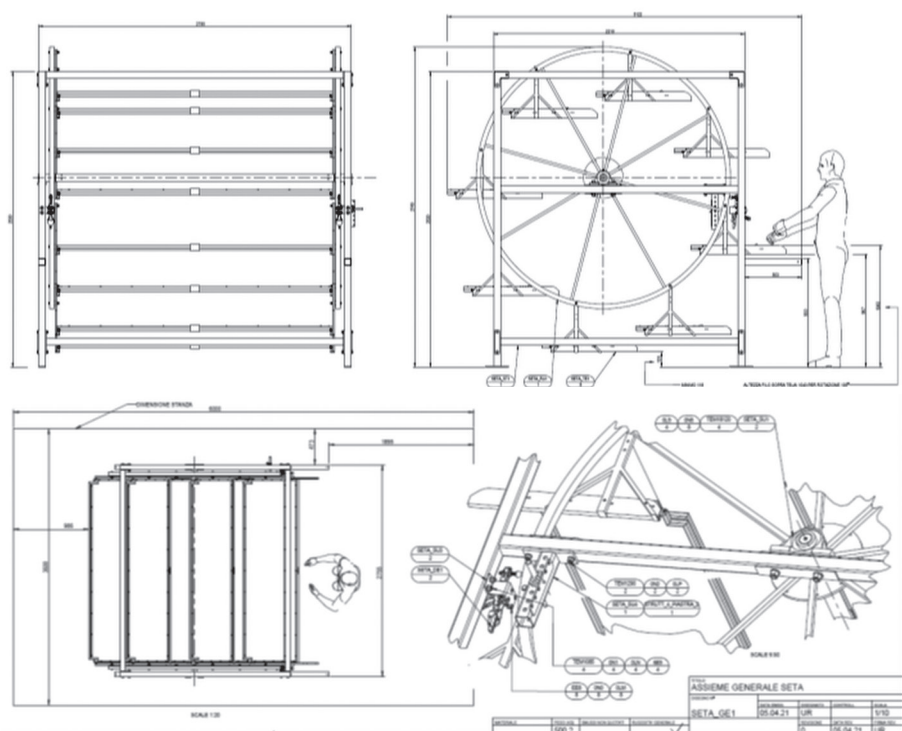


Figure 3. Dissen dal prototip.

- 2) pal secont obietîf si è calculât trope superficie che e covente pe tierce ete e al è vignût fûr che a coventin almancul 8 casselis di 1,5 m², par un totâl finâl di 12 m² (Fig. 3);
- 3) par podê netâ ben lis casselis si è sielzût tant che materiâl l'açâl inox (AISI 304), une misure di 2.500 mm x 600 mm. Chestis casselis e a son tacadis a un telâr in açâl e a àn cuatri ruedutis metudis tai cuatri cjantons in mût che al sedi facil di gjavâlis fûr o metilis dentri o par ribaltâlis par scjamâ il sporc intun seglot, o par podê netâlis ben doprant un aspiradôr. Tal telâr che al ten sù lis casselis a son stadis metudis des baris filetadis (ø 5 mm x 50 mm di altece) ogni 200 mm te part parsore dal telâr, in mût di podê leâ une rêt in fibre di veri, come chês che si doprin in edilizie, cuntune maie di 11 x 10 mm o ancje 5 x 5 mm in funzion de grandece dai cavalîrs. Su lis baris filetadis al è

pussibil meti ranelis che a fasin in mût di podê cambiâ la distance de rêl dal font de cassele, e chest al dipent de ete dai cavalîrs, duncje man man che a cressin si alce la rêl. Sul inprin i cavalîrs a son poiâts suntun sfuei di cjarte e parsore chest sfuei si met, parsore de rêl, la fuee e cussì i cavalîrs a montin sù par mangjâ. Cuant che si torne a dâur di mangjâ si met une altre cjarte parsore de rêl e si metin parsore, intant si nete la cassele e daspò si torne a meti la rêl parsore e cussì vie. Dilunc chest timp si va a viodi ogni volte i cavalîrs muarts o debii o che no àn fat la mude come chei altris (ritardataris). A ogni passaç si slargje la bole ocupade dai cavalîrs parcè che a cressin a la svelte;

- 4) tes primis trê etis dai cavalîrs si à di dâi di mangjâ fueis taçadis, une vore finis te prime ete, daspò un pôc plui grandis man man che a mudin di une ete a chê altre (te cuarte ete si pues dâur ancje butui o sfioi di morâr). Cul sisteme de ruede che e zire, nol covente spostâsi par gridiçs o taulis, ma si cjapin sù lis fueis taçadis di un zei dongje dal operari e si butin parsore de rêl, in mût che i cavalîrs a puedin montâ sù e mangjâ. Dut chest si fâs une vore ae svelte parcè che si à dut ce che al covente a puartade di man, si fâs dome zirâ la ruede e si passe cussì di une cassele a chê altre;
- 5) par vê bogns risultâts te cressite dai cavalîrs al è impuartant controlâ la umiditât e la temperadure dal puest dulà che a son metûts, e chest si cumbine cuntune buine ventilazion tra lis casselis che a son metudis in mût di fâ zirâ une vore ben l'aiar cence vê une grande difference di chei doi parametris tra il pont plui bas e chel plui alt de ruede (Tab. 2);
- 6) un dai ultins obietîfs tal meti adun il prototip al è stât il probleme de sigurece. Jessint cheste machine une ruede che e zire suntun telâr e che e à di jessi fermade une vore ben, cuant che si lavore su di une cassele, si son instalâts trê sistemis di sigurece (Fig. 6a e 6b): doi frems (un par bande de ruede, a çampe e a drete) poiâts sul telâr par fermâ la ruede e doi fers par jessi sigûrs ancje tal câs che i frems no funzionin ben; un tierç fer al è metût a nivel de cassele par che no bali cuant che si lavore parsore. Simpri in funzion di jessi sigûrs che ducj a podedin lavorâ cun chest imprest cence fâsi mâl, no si è metût un motôr eletric par fâ zirâ la ruede – ancje plui indenant tal timp se si pues metilu

– parcè che i coscj dal progjet a saressin cressûts masse, so redut par meti altris sistemis di control de sigurece cuant che la ruède e zire.

Lis provis par viodi cemût che al funzione il prototip a son stadiis fatis arlevant i cavalîrs par dôs stagjons, ancje se in misure ridote rispjet ae potenzialitât de machine, ma di chestis primis provis si è viodût che i timps di lavôr e la fature a calin un grum. Il probleme di no vè vonde fueis di morâr di bande de aziende agricole, al à fat in mût che non si podès burî fûr une prove complete dal prototip ma, dut câs si è podût verificâ che dal pont di viste ergonomic il lavôr al jere miorât.

La ruède cun vot casselis, che a misurin 2.500 x 600 mm, si è viodût che, dentri la stanzie indulà che e je poiade, e pues lavorâ avonde ben. Lis casselis in açâl inossidabil si netin une vore ben, come che al à dît il paron de aziende che al lavorave intor dai cavalîrs e che al doprave un aspiradôr. Il fat di podêlis tirâ fûr e tirâ dentri midiant il jutori des ruedutis al fâs in mût di no fâ sfuarçs e di podê lavorâ a la svelte (Fig. 7). La presince, sui ôrs des casselis, des baris filetadis par tacâ facilmentri la rê e la cjarte e va ben ma si è viodût che bisugne meti cualchi travers in mût che la rê no si plei sot dal pê dai cavalîrs e che no tocjedi il font de cassele tal mieç (Fig. 4).

Si à di ricuardâsi che i doi sistemis di sigurece (Fig. 6a e 6b) metûts su la machine a son une vore impuartants par no riscjâ che cualchidun che al lavore al podedi cjapâ lis mans jenfri la ruède e il telâr cuant che la ruède e zire, a funzionin ben, nol è masse complicât doprâju e no si piert masse timp a metiju o a gjavâju.

4. Conclusions. Come che si sa ben, la produzion de sede e je une vore impuartante par produsi filiduris par fâ vistîts di cualitât, in particolâr in Italie, che e je un dai marcjâts principâi de alte mode. Un altri setôr che al pues vè grande potenzialitât, come gnovis utilizzazions de sede, al è chel de speziarie (farmaceutic) e chel dai trataments di bielege pe piel e pal cuarp (*beauty*).

Par rivâ a furnî chest marcjât, che in mò in di di vuê al compre i materiâi de Cine, i vûl che il Friûl, e ancje il Venet, a tornedin a produsi une cuantitât di sede impuartante e chest si pues otignî dome vint a disposizion imprescj che a inressin la ergonomie e la produttivitât dal lavôr.

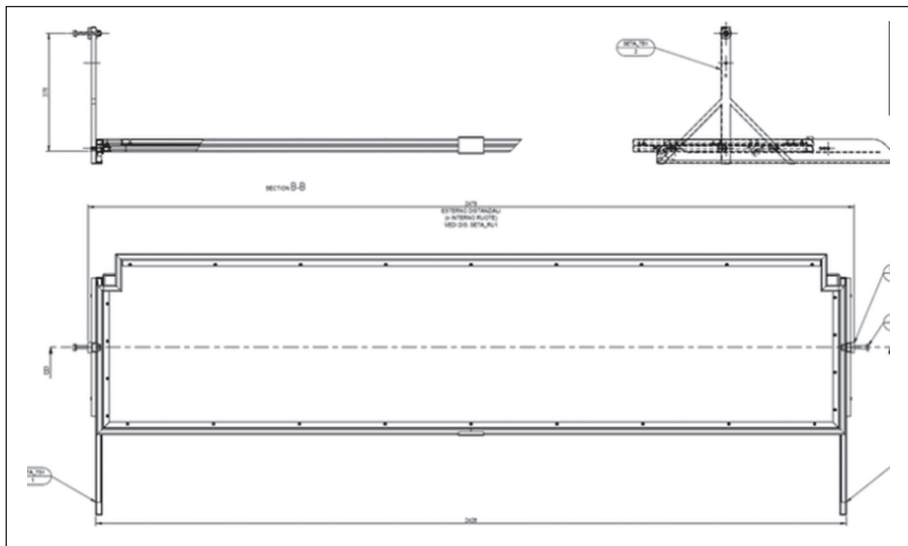


Figure 4. Dissen de cassele in açâl inossidabil.

Il prototip metût adun pes primis trê etis dal arlevament dai cavalîrs al va in cheste direzion e al pues jessi metût ancje tes piçulis aziendis. Chest duncje al varès di sedi dome un dai prins imprescj e machinaris par cirî di imbastî dute la filiere par fâ in mût che l'arlevament dal cavalîr al sedi inovatîf e competitîf, par produci la sede locâl impen di comprâ chê che e rive di altris bandis. Par chest si pues pensâ, par completâ la filiere, a machinis par distacâ lis fueis dai ramaçs dal morâr, par gjavâ l'implum de galete (une volte si faseve a man), par taçâ lis fueis in misuris diferentis in funzion de ete dal cavalîr e cussì vie.

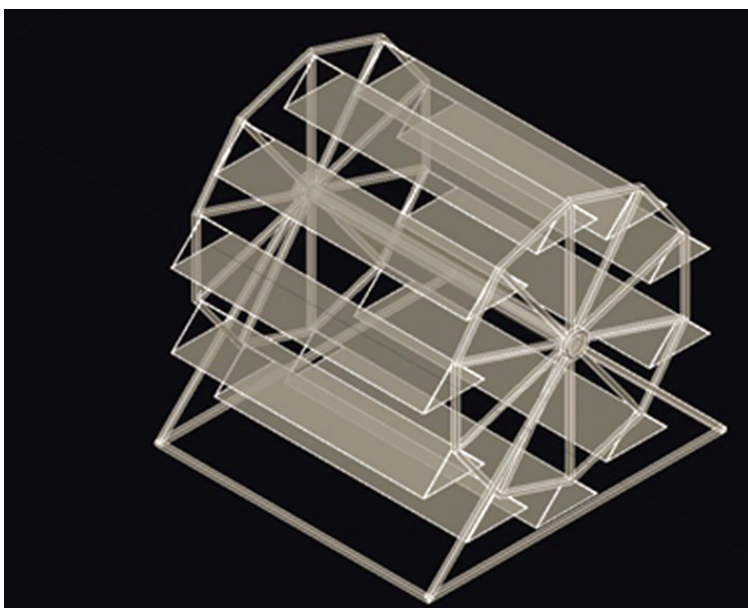
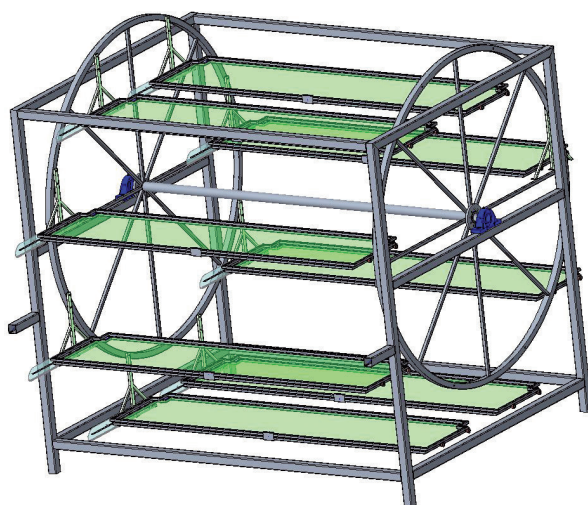


Figure 5(a) and 5(b). Visuál 3D dal prototip.



Figure 6(a) and 6(b). In ros i sistemis di sigurece montâts su la machine, frens, fer a forcje su la ruede e il telâr des casselis par che no bali cuant che si lavore, fer a forcje sul rai a cuadri de ruede par fermâ la pussibilitât che la ruede si movi cuant che si lavore suntune cassele. Su lis casselis si puedin viodi dôs cernieris par fermâ il font de cassele par che no sbrissi fûr.



Figure 7. Particolâr de cerniere par fermâ il font de cassele in açal inossidabil cu lis ruedutis.



Figure 8. Prime prove di funzionament cun cavalîrs di mieze once di ûfs in prime ete.



Figure 9. Prove di funzionament.